Aus der Universitätsnervenklinik und Poliklinik Würzburg

Direktor: Prof. Dr. O. Schrappe

DER MÖGLICHE EINFLUSS VON BEFURALIN AUF DIE VIGILANZ BEIM MENSCHEN

Einige somatische, testpsychologische und EEG-spektralanalytische Untersuchungen an gesunden Versuchspersonen (Vpn)

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Franz Hurtig

aus Oberölschnitz

Würzburg, den 3. Juni 1981

1982

Aus der Universitätsnervenklinik und Poliklinik Würzburg

Direktor: Prof. Dr. O. Schrappe

DER MÖGLICHE EINFLUSS VON BEFURALIN AUF DIE VIGILANZ BEIM MENSCHEN

Einige somatische, testpsychologische und EEG-spektralanalytische Untersuchungen an gesunden Versuchspersonen (Vpn)

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Franz Hurtig

aus Oberölschnitz

Würzburg, den 3. Juni 1981

Referent: Univ.-Doz. Dr. med. Dr. phil. U. J. Jovanović

Korreferent: Prof. Dr. med. O. Schrappe

Dekan: Prof. Dr. med. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung: 22.2.1982

UNIV. LEIDEN BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

SEITE

A. E I N L E I T U N G 1

1. Kurzer Abriß zur EEG-Spektralanalyse und Fourier-Transformation 1
2. Zur Problematik der biologischen Rhythmen (Biorhythmen) 5
3. Vigilanzschwankungen unter Pharmakaeinwirkung 16
4. Kurze Notiz zur Prüfsubstanz Befuralin 23

B. E I G E N E U N T E R S U C H U N G E N 32

I. METHODIK 32

1. Fragestellung 32
2. Auswahl der Probanden und Technik der Untersuchungen 32
3. Kurze Hinweise auf die Eigenschaften des Computers 51
4. Verlauf einer Tagesuntersuchungsserie 55
5. Dosierung der angewandten Substanz 55
6. Statistische Datenverarbeitung 55

II. RESULTATE 56

Gruppe XQ (Verum-Gruppe) 56

1. Blutdruck- und Pulswerte 56
2. Somatische Erscheinungen nach subjektiven Angaben 56
3. Determinationszeiten 56
4. Reaktionszeiten 60
5. Energie-Spektren (Power-Spektren) des Elektroencephalogramms 62

SEITE

Gruppe YQ (Placebo-Gruppe) 90

1. Blutdruck- und Pulswerte 90
2. Somatische Erscheinungen nach subjektiven Angaben 90
3. Determinationszeiten 90
4. Reaktionszeiten 94
5. Energie-Spektren (Power-Spektren) des Elektroencephalogramms 96

Gruppenvergleich 123

1. Blutdruck und Puls 123
2. Somatische Erscheinungen nach subjektiven Angaben 124
3. Determinationszeiten 124
4. Reaktionszeiten 124
5. EEG-Vergleich 124

C. D I S K U S S I O N 131

D. Z U S A M M E N F A S S U N G 141

E. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S 143

A. E I N L E I T U N G

Bevor auf die eigentliche Problematik eingegangen wird, müssen wir uns streifend mit einigen uns näher betreffenden Punkten auseinandersetzen. Das wird sich sehr bald als eine der wichtigsten Voraussetzungen zum Verständnis des Themas zeigen, mit dem wir uns nachfolgend befassen werden. Zwei Zweige des gleichen Problems haben wir zu bewältigen: Einerseits stellt sich die Frage der Erfassung, Verarbeitung und Deutung der Biosignale, die zur Messung einiger pharmakologischer Effekte benutzt werden und andererseits die der Pharmakologie der Substanz, mit der wir uns befassen.

1. Kurzer Abriß zur EEG-Spektralanalyse und Fourier-Transformation

Nach dem letzten Stand der wissenschaftlichen Forschung sind in der Biologie generell drei Klassen von Biosignalen bekannt.

a) Biosignale mit (quasi-)periodischem Charakter (EEG, Puls, Atmung)

b) Biosignale mit Zufallscharakter (stochastische Signale) oder Biosignale mit hohem "Rausch-Anteil" (EMG, EEG)

c) Kurzzeitige, transiente Biosignale (evozierte Potentiale, Spikes).

Die Biosignale mit periodischem Charakter im engeren Sinne des Wortes (EKG) werden uns vorläufig nicht direkt interessieren. Die stochastischen Biosignale erfordern den größten Aufwand und die meisten Methoden, um weiter verarbeitet zu werden. Der eigentliche Zweck dieser Verfahren ist es, diese Biosignale ihres zufälligen Charakters zu entkleiden und typische Merkmale herauszuarbeiten.
Unter anderem lassen sich Biosignale so verarbeiten, daß das

Signal in einem bestimmten Zeit- oder Frequenzbereich analysiert wird (Quelle: Schuy 1976).
In der Zeitbereich-Analyse werden beispielsweise die Nulldurchgänge zwischen positiven und negativen Werten des fluktuierenden Signals, etwa eines EEG, bestimmt. Die so ermittelten Zeitintervalle (Abbildung 1) verwendet man in Form von Histogrammen (Intervall- oder Perioden-Analyse).

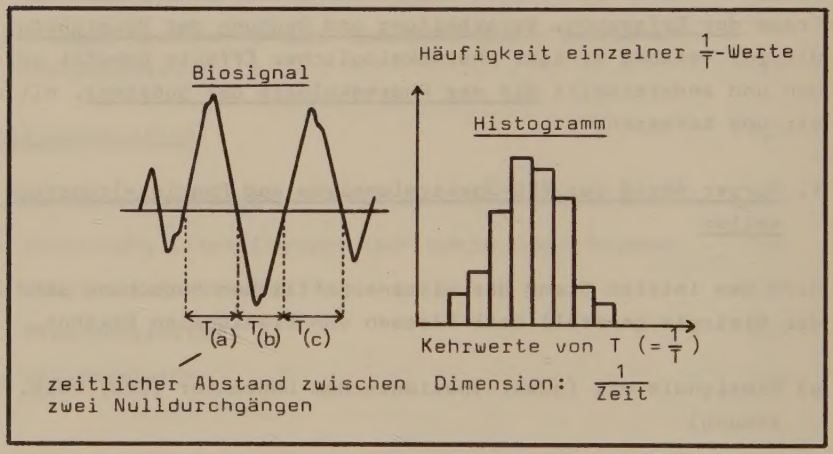


Abbildung 1

Für die Zeitbereich-Analyse braucht das Signal nicht "stationär" zu sein. Das heißt, ein kurzzeitig und nur einmal auftretender Meßimpuls gleich welcher Form kann analysiert werden.
Zudem ist der Rechenaufwand gering. Werden die unterschiedlichen Frequenzen des fluktuierenden Signals der Analyse zugrunde gelegt und dabei die vorkommenden Amplituden mit ihren jeweiligen Frequenzen in ein Koordinatensystem eingetragen (Abszisse = Frequenzen, Ordinate = Amplituden; Abbildung 2), so spricht man von einer Frequenzbereich-Methode. Bekannte Beispiele sind Fourier- und Spektralanalyse. Die Methode ist rechenintensiv. Das Signal muß zumindest quasistationär sein. Die Signaldauer und das Abtastintervall dürfen nicht zu kurz sein. Mit Hilfe der Methode lassen sich auch schwache Periodizitäten nachweisen.

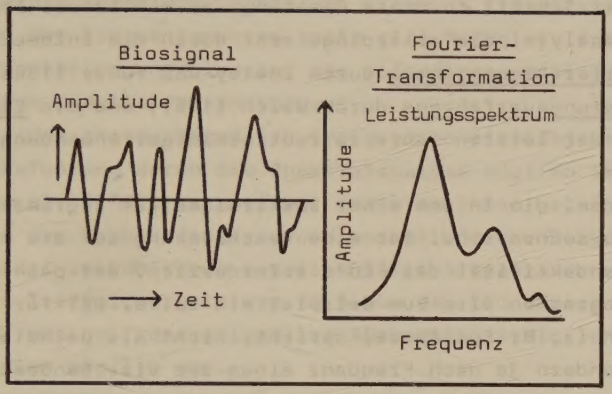


Abbildung 2

Hat man mit Hilfe der Spektralanalyse die Frequenzen f und die ihnen zugeordneten Amplituden s eines Biosignals, etwa eines EEG, in Form der Funktion s (f) ermittelt, lassen sich die Spektralparameter Peakfrequenz, Bandbreite und Bandleistung folgendermaßen gewinnen:
Zunächst wird das Originalspektrum durch ein Polynom so approximiert, daß die mittlere quadratische Abweichung zwischen den Amplituden des Spektrums und des Polynoms ein Minimum wird. Das Polynom gibt damit vereinfacht und geglättet das Spektrum wieder. Es wird dann in Subspektren zerlegt, deren Summe wieder das geglättete Gesamtspektrum ergibt. Die Subspektren sind jedesmal durch die Peakfrequenz, Bandbreite und Bandleistung gekennzeichnet. Diese lassen sich in einem kleinen Platz im Rechner speichern.

Da die visuelle Auswertung und Beurteilung von Elektroencephalogrammen seit ihrer Entdeckung durch Hans Berger bis zum heutigen Tag meist ziemlich subjektiv erfolgt und in erster Linie vom jeweiligen Auswerter abhängt, wäre eine Objektivierung der Beurteilung äußerst wünschenswert.

Ein erster Schritt in diese Richtung war die Entwicklung der Spektralanalyse, die allerdings erst durch die Entdeckung des Fast-Fourier-Algorhythmus durch Cooley und Tukey (1965), des Segmentierungsverfahrens durch Welch (1967) und die Computerentwicklung der letzten Jahre zu routinemäßiger Anwendung gelangte.

Aus Gründen, die in dem einer Spektralanalyse zugrunde liegenden Modell zu suchen sind, ist eine Beschränkung auf die kontinuierliche Grundaktivität des EEG's erforderlich. Bei pathologischen Enzephalogrammen wird zum Beispiel ein Spike, der für ein Herdgeschehen (z. B. Epilepsie) spricht, nicht als pathologisch erkannt, sondern je nach Frequenz einem der vier Bandbereiche (s. u.) zugeordnet. Zur Erkennung von spezifischen Potentialkomplexen im Sinne eines "pattern recognition" ist die Spektralanalyse offensichtlich nur sehr bedingt geeignet (Künkel 1972 a).

Eine weitere Schwierigkeit der segmentweisen Spektralanalyse ist die übersichtliche Darstellung einer beträchtlichen Anzahl von Daten. Die Spektralanalyse des EEG's fordert geradezu eine statistische Weiterverarbeitung der von ihr gelieferten Daten. Um zu einer sinnvollen statistischen Auswertung der Daten zu kommen, ist es zunächst nötig, EEG-Spektren durch einige wenige Parameter darzustellen, welche die Spektren differenziert genug beschreiben. Nach Larsen und Walter (1970) wird das Spektrum meistens in eine Reihe von Frequenzabschnitten aufgeteilt, die sich an den physiologischen Frequenzbereichen Delta, Theta, Alpha und Beta orientieren, die dann durch weitere Parameter (z. B. dominante Frequenz, absolute Ausprägung, relative Ausprägung und Bandbreite) charakterisiert werden.

Durch die Beschränkung auf relativ wenige Parameter ergeben sich allerdings Probleme, wie Künkel (1972 b) am Beispiel der dominanten Frequenz aufzeigte. Da nämlich die Voraussetzung einer einzelnen "dominanten Frequenz" innerhalb eines Bandes relativ häufig nicht erfüllt ist, werden mehrfache Gipfel der Frequenzverteilung unterdrückt, die Ausprägungen daher falsch geschätzt.

Um solches zu vermeiden, müßte man eine vom Einzelfall abhängige Variation der Frequenzgrenzen sowie eine Mehrgipfeligkeit der Frequenzverteilungen zulassen, was allerdings zu einer Komplizierung des Modells führen würde.
Daß trotz der angedeuteten Schwierigkeiten eine Objektivierung der EEG-Befundung durch die Spektralanalyse möglich ist, konnten Walter et al. (1967) nachweisen, indem es ihnen gelang mit den Verfahren der Spektralanalyse und anschließender Diskriminanzanalyse fünf verschiedene experimentelle Situationen mit einer mittleren Treffsicherheit von 65 % aus dem EEG heraus zu klassifizieren, was bei konventioneller Auswertung lediglich zwischen zwei Stadien möglich war.

Ein weiteres Beispiel für die Bedeutung der Spektralanalyse lieferten Künkel und Westphal (1970). Sie untersuchten eine Substanz (Pyrithioxin), die bei konventioneller visueller EEG-Auswertung keine zerebralen Effekte erkennen ließ, aber nach Anwendung eines intervall-analytischen Verfahrens ganz eindeutig einen (statistisch gesicherten) Einfluß auf das EEG besaß.

Die Spektralanalyse des EEG's vermag häufig das gleiche objektiv zu leisten wie der erfahrene Beurteiler, manchmal sogar noch mehr. Daß es noch etliche Schwierigkeiten speziell zur Erkennung von spezifischen EEG-Mustern zu überwinden gibt, ist zwar unbestritten, vermag aber die Bedeutung der Spektralanalyse des EEG's nicht zu mindern.

Eine eingehende Darstellung der EEG-Fourier-Transformation findet man in der Dissertationsarbeit von Ebrahimi (1981), so daß wir auf eine weitere Erläuterung verzichten können.

2. Zur Problematik der biologischen Rhythmen (Biorhythmen)

Zur Objektivierung der Biorhythmen werden neben den bioelektrischen Messungen auch psychometrische Tests wie Reaktions- bzw. Determinationszeiten angewandt (Jovanović 1974).
Dies erfordert für unser Problem ebenfalls eine gebührende Erläuterung.

Man kann z. B. nicht ohne weiteres psychometrische Untersuchungen, die gegen 12 Uhr (relativ große Wachheit) gemacht wurden, mit Untersuchungen gegen 17 Uhr (bei vielen Menschen ein Leistungstief) vergleichen. Diese Schwierigkeit kann man nur vermeiden, indem man jeweils gefundene Reaktions- und Determinationszeiten der gleichen Tageszeit unterschiedlicher Tage vergleicht. Aber nicht nur die Untersuchungen zu verschiedenen Tageszeiten können Schwankungen der psychometrischen Messungen ergeben, auch mangelnde Motivation von Seiten der Versuchspersonen (Vpn) kann zu unrichtigen Ergebnissen führen.
Weitere Schwankungen der Vigilanz scheinen endogener Natur zu sein.

Aus verschiedenen Untersuchungen kann man den Schluß ziehen, daß das Zentralnervensystem zu rhythmischer Aktivität neigt. Fortlaufende endogene Schwankungen in der Vigilanz (Aufmerksamkeitsspannung) sollten sich auf die Zuflußkapazität der Speicher bzw. auf die Reproduktion von Informationen auswirken. Zur Feststellung von Leistungsschwankungen testeten Sinz und Stebel (1970 und 1971) das Zeitverhalten in der Reproduktion dargebotener Ziffernfolgen aus dem Kurzspeicher. In zufälligen oder konstanten Zeitabständen wurden 10-stellige, jeweils neue, Ziffernfolgen angesagt, welche der Proband sofort nach Anhören der gesamten Zahl aus dem Gedächtnis niederschrieb. Die Versuche wurden an 22 Vpn im Alter zwischen 20 und 40 Jahren durchgeführt. Bei der Ansage wurde bewußt eine kleine Pause jeweils nach der fünften Stelle gemacht, um eine einheitliche Lernstrategie zu erzielen. Die Darbietungsabstände sollten möglichst klein gehalten werden, um eine große Anzahl von Daten pro Zeiteinheit zu gewinnen. Andererseits waren Mindestabstände einzuhalten, um eine Störung der nachfolgenden Zahl durch die vorher gehörte zu vermeiden. Die Zeit zwischen Hören und Reproduktion einer Ziffer war kleiner als 10 sec, so daß die Zeitspanne des Kurzspeichers ($\hat{=}$ 10 sec) nicht überschritten wurde. Ansage, darauffolgende Pause und Notieren der gesamten Zahl erforderten in der Regel 12 sec.
Am Ende des Versuches wurde durch Vergleich mit den angesagten Originalzahlen die Richtigkeit jeder wiedergegebenen Ziffern-

folge in Prozent ausgewertet. Dabei wurde jede richtige Ziffer mit 10 % (eine falsche mit 0 %), zwei vertauschte benachbarte Ziffern zusammen mit 10 % und drei im Komplex vertauschte Ziffern mit 15 % bewertet. Eine vollständige, fehlerfreie Reproduktion aller 10 Ziffern ergab demnach 100 %.
Die Ergebnisse wurden als Funktion der Zeit grafisch aufgetragen und anschließend einer Autokorrelationsanalyse zur Feststellung von Periodizitäten unterworfen. Hierfür verwendeten die Autoren die sogenannte Polaritätskorrelationsmethode.

Den Ergebnissen lagen 69 Korrelationsfunktionen von insgesamt 22 Vpn zugrunde. 95.6 % der Korrelationsfunktionen der ausgewerteten Rohkurven zeigten periodische Schwankungen, d. h., nur bei 3 Korrelationsfunktionen (4.4 %) konnten keine Perioden festgestellt werden. Ein Vergleich der mittleren Periodendauern aus einer jeweils individuell verschiedenen Versuchszahl ließ deutlich eine Bevorzugung von etwa 2 min erkennen. Der Mittelwert aller 66 durch Autokorrelation gewonnenen Perioden betrug 2.2 ± 0.1 min. (Es wurde ein Intervall von 1 bis 15 min erfaßt.) Eine Übereinstimmung der "Kurzspeicherfrequenz" mehrerer Vpn während eines Versuches wurde in der Regel nicht beobachtet. Auch bei ein und derselben Vpn traten während verschiedener Versuche unterschiedliche Frequenzen auf.

Jahreszeitliche Leistungsschwankungen des Kurzspeichers konnten während der 2 Jahre sich erstreckenden Versuche nicht festgestellt werden. Ob der zirkadiane Rhythmus die Frequenz der Leistungsschwankungen beeinflußte, konnte durch die Autoren nicht beurteilt werden, da die Versuche nur zwischen 10 und 13 Uhr durchgeführt wurden. Eine Altersabhängigkeit der Frequenzen wurde ebensowenig beobachtet wie ein Einfluß der Person des Ansagers auf die Ergebnisse.
Gegen eine Triggerung der Schwankungen durch die rhythmische Folge der Darbietungen sprach, daß bei mehreren Vpn während eines gemeinsamen Versuches und ein und demselben Ansager unterschiedliche Perioden auftraten. Ebenso unterschieden sich die Frequenzen, die durch Darbietungen in 30-sec-Abständen ermittelt

wurden, prinzipiell nicht von denen, die auf Darbietungsfolgen in 45-sec-Intervallen und mit zufällig gewählten Abständen gefunden wurden.
Die Autoren betrachteten die aufgefundenen harmonischen Schwingungen als Ausdruck einer periodischen Aktivität des Zentralnervensystems.

Angeregt durch den Nachweis der Minuten-Periodik in den Leistungsschwankungen des Kurzspeichers versuchten Sinz und Stebel (1970) mit Hilfe sensomotorischer Reaktionszeiten eine allgemeine Periodik der Vigilanz im Minutenbereich bei Menschen und Tieren zu verifizieren.
Sensomotorische Reaktionszeiten auf Licht- und Tonsignale:
Die Reaktionszeiten wurden in stochastischen oder konstanten Intervallen - z. B. von 10 sec - über 20 - 60 min gemessen und einer Autokorrelationsanalyse zur Feststellung von Periodizitäten unterworfen. Die Häufigkeitsverteilung der Periodendauern aller nachgewiesenen Oszillationen ergab ein Maximum bei 2 min in guter Übereinstimmung mit der Häufigkeitsverteilung periodischer Leistungsschwankungen des Kurzspeichers.
Reaktionszeit einer bedingten Reaktion:
Die Zeit vom Beginn des bedingten Reizes (500 Hz-Ton) bis zur Fluchtreaktion einer Albinoratte an einen Stab wurde in stochastischen Intervallen automatisch registriert und anschließend die Autokorrelationsfunktion berechnet. Auch hierbei traten im Laufe der halbstündigen Versuche Oszillationen mit einer bevorzugten Periodendauer von 2 - 3 min und außerdem von 7 min auf. Diese - leider im Versuchsaufbau- und -durchführung nicht näher beschriebenen - und weitere (unveröffentlichte) Befunde weisen daraufhin, daß Menschen und Tiere in ihrem Reaktionsvermögen - bzw. in ihrer Vigilanz - zeitlichen Schwankungen im Minutenbereich unterliegen, die eine quasikonstante Frequenz über 30 - 60 min einhalten können.
Die Streuung der sensomotorischen Reaktionszeiten verliert damit zum Teil ihren Zufälligkeitscharakter zugunsten eines gesetzmäßigen endogenen periodischen Vorganges.

Trotz der oben erwähnten Einschränkungen ist die Messung von Reaktions- und Determinationszeiten zur Feststellung von Vigilanzschwankungen unerläßlich. Schmidt (1980) geht darauf ausführlich ein.

Eines der zentralen Probleme der Vigilanz ist deren Erfassung bzw. das Finden von Parametern, die sich je nach Wachheit verändern.

Falls man Vigilanzschwankungen vorwiegend anhand von Hirnströmen beschreiben will, muß man sich zunächst über einige grundsätzliche Schwierigkeiten im klaren sein, wie dies von Künkel (1972), Bente et al. (1975) sowie Jovanović (1978) hervorgehoben wurde.

Betrachtet man z. B. die Alpha-Wellen-Ausprägung (in den meisten Fällen haben wir im Wachsein nur Alpha-Wellen im EEG) eines bestimmten Hirnabschnittes bei zwei zeitlich getrennten Untersuchungen, so wären verschiedene Möglichkeiten gegeben:

Angenommen bei einer ersten Untersuchung findet man kontinuierliche Alpha-Wellen und bei einer zweiten diskontinuierliche oder mäßige Ausprägungen der Alpha-Wellen, so weiß man nicht, ob bei dieser Person sich die Vigilanz bei der zweiten Untersuchung erhöht oder gesenkt hat.
Eine Aussage diesbezüglich ist deshalb nicht möglich, weil Alpha-Wellen in ihrer Ausprägung in beiden Fällen verringert werden. Erhöht sich nämlich die Vigilanz, so kommt es zur Blockade von Alpha-Wellen (Berger 1931, Jung 1958), wodurch ein kontinuierlicher Alpha-Wellen-Grundrhythmus diskontinuierlich oder weniger ausgeprägt wird. Verringert sich die Vigilanz, so vermindert sich der Anteil der Alpha-Wellen im Grundrhythmus ebenfalls (Hummel und Pletscher 1964, Monnier 1969).

Umgekehrt ist es natürlich auch möglich, daß der Alpha-Wellen-Grundrhythmus bei der ersten Untersuchung einer Vp diskontinuierlich war. Wenn man nun bei einer zweiten Untersuchung ei-

nen kontinuierlichen Alpha-Wellen-Grundrhythmus findet, weiß man wieder nicht, ob es zu einer Erhöhung oder Senkung der Vigilanz gekommen ist. Im ersten Fall war der Proband bei der ersten Untersuchung ermüdet, wobei sich Alpha-Wellen zum Teil aufgelöst haben. Bei einer Vigilanzerhöhung kamen diese aufgelösten Alpha-Wellen wieder vor und wir bekamen bei der zweiten Untersuchung einen kontinuierlichen Alpha-Wellen-Grundrhythmus. Im zweiten Fall war der Proband bei der ersten Untersuchung auf einem höheren Vigilanzniveau gewesen, Alpha-Wellen waren zum Teil blockiert. Bei einer Vigilanzsenkung kamen sie wieder vor und wurden bei der zweiten Untersuchung kontinuierlich beobachtet. Diese Phänomene wurden u. a. durch Jovanović und Tan Eli (1970), Gale (1977) und Jovanović (1978) beschrieben.

Bei einem anderen Fall, bei dem bei zwei Untersuchungen ein diskontinuierlicher Alpha-Wellen-Grundrhythmus gefunden wurde, gibt es sogar drei Möglichkeiten.
Die erste wäre, daß der Proband bei beiden Untersuchungen auf dem gleichen Vigilanzniveau war.
Eine zweite Möglichkeit wäre, daß der Proband bei der ersten Untersuchung auf einem relativ höheren Vigilanzniveau (teilweise Blockade der Alpha-Wellen) war. Bei der zweiten Untersuchung ist er von einem diskontinuierlichen (d. h. zum Teil blockierten) über einen kontinuierlichen bis zum diskontinuierlichen Alpha-Wellen-Grundrhythmus vigilanzmäßig gesunken, wobei jetzt Alpha-Wellen zum Teil aufgelöst sind, so daß wir nur scheinbar den ersten diskontinuierlichen Grundrhythmus bekommen. In Wirklichkeit handelte es sich einmal um eine teilweise Blockade, einmal um eine teilweise Auflösung von Alpha-Wellen.
Die dritte Möglichkeit wäre das Gegenteil zur zweiten. Die Vp war bei der ersten Untersuchung leicht ermüdet, wobei ein Teil der Alpha-Wellen bereits aus dem Grundrhythmus verschwunden ist. Bis zur zweiten Untersuchung ging er über den kontinuierlichen Alpha-Wellen-Grundrhythmus bis zur teilweisen Blockade der Alpha-Wellen, wodruch jetzt bei einem höherem Vigilanzniveau der Grundrhythmus im EEG wiederum diskontinuierlich geworden ist (Jovanović 1978).

Bei den Grundrhythmen, die nicht durch Alpha-Wellen bestimmt werden, ist die Beurteilung noch komplizierter. Hier fragt man sich überhaupt, auf welchen Vigilanzniveau sich diejenigen Menschen befinden, die beispielsweise ständig einen Theta-Wellen-Grundrhythmus haben. Würde man diese Personen nur nach ihrem Grundrhythmus einstufen, so müßten sie sich im Schlafstadium B befinden. Man muß also einen Zusatzfaktor berücksichtigen, nämlich die bioelektrische Konstitution (Bente et al. 1975, Jovanović 1978).

Wenn man ein sogenanntes dysrhythmisches EEG betrachtet, wobei sich das EEG aus einer Mischung von Delta-, mittelfrequenten Theta- und Alpha- (oder Beta-) Wellen zusammensetzt, so sind da alle Möglichkeiten der Schwankungen der Wellen-Rhythmen vorhanden, ganz gleich, ob die Vigilanz des betreffenden Menschen steigt oder sinkt. Aus diesem Grund werden für manche Untersuchungen nur Vpn ausgewählt, welche in Voruntersuchungen einen gut ausgeprägten Alpharhythmus produzieren (Bente et al. 1975).

Wie die oben angeführten Beispiele zeigen sollten, ist eine Beurteilung der Vigilanz aufgrund der Wellen-Ausprägung allein nur in Ausnahmefällen möglich und sehr problematisch.

Ein wesentlich zuverlässigerer Parameter ist die Frequenz der Wellen, die sich als ein relativ guter Faktor bei der Bestimmung der Vigilanz erwiesen hat. Fast in allen oben erwähnten Fällen würde man eine Beschleunigung der Frequenz der Wellen bei einer Steigerung der Vigilanzstufen und eine Frequenzverringerung bei einer Vigilanzsenkung finden, unabhängig davon, wie sich die Ausprägung des Grundrhythmus verhält. Es gibt aber Ausnahmen von dieser Regel, wo die Frequenz schneller werden kann, bei gleichzeitiger Vigilanzsenkung und umgekehrt. In einem solchen Falle würde man zusätzlich die Amplitudenhöhe betrachten, die in der Regel bei einer Frequenzbeschleunigung kleiner wird, wenn es sich um eine Vigilanzsteigerung handelt und umgekehrt. Es kommt zu der bekannten Desynchronisierung des EEG im Falle einer Vigilanzerhöhung und zu einer Synchronisierung des EEG bei einer Vigilanzsenkung. Zu diesem Problem seien noch einige

Befunde im einzelnen erwähnt.

Surwillo (1961) untersuchte die Möglichkeit eines Zusammenhanges zwischen einfachen Reaktionszeiten (RZ) und der Alpha-Frequenz im EEG.
EEG's wurden von 18 Probanden abgeleitet; die Vpn ruhten in einem abgedunkelten Raum, die Augen waren geschlossen. Das EEG wurde zwischen Reiz und Reizantwort abgenommen.
Die Vpn waren angewiesen so aufmerksam wie möglich zu sein, es wurde ihnen gesagt, daß sie ab und zu einen lauten Ton hören würden, worauf sie so schnell wie möglich durch Ausstoßen eines Lautes ("pow") reagieren sollten. Ein korrespondierendes Signal zu dem Ton wurde mit aufgezeichnet, ebenso wie die Antwort auf den Reiz, so daß auf dem EEG (Typ Offner D) beides erschien.
Von der rechten und linken Hemisphäre wurden bipolare EEG's abgeleitet. Jedes Paar der Oberflächenelektroden wurde auf der Kopfhaut occipital und frontal befestigt, eine Elektrode am Arm diente als Bezugselektrode. 13 der untersuchten (18 - 72 Jahre) Vpn lieferten artefaktfreie Alpharhythmen, die eine Frequenzmessung möglich machten.
Die erste Spitze oder das erste Wellental (der Alpha-Welle) nach dem Reiz sowie die letzte vor der Antwort wurden lokalisiert und die Distanz dieses Zeitraumes gemessen und in Zeit umgerechnet. Indem man den gemessenen Wert durch die Anzahl der gezählten Wellen dividierte, bekam man den "Alpha-Rhythmus". Es wurden nur eindeutige Alpha-Wellen zur Berechnung bzw. Zählung herangenommen. Die Mittelwerte der Frequenzen, die links und rechts bestimmt wurden, zeigten praktisch keine Unterschiede. Falls doch Unterschiede auftraten, wurde jeweils nur die kürzeste Alpha-Periode betrachtet.

Insgesamt erhielten die Autoren 294 Werte bei den 13 Probanden. Die Pearson-Korrelation (r) zwischen Reaktionszeit und Alpha-Periode war 0.38 ($p < 0.001$). Unter den 294 Beobachtungen waren 78, die von besonders motivierten Vpn gewonnen worden waren. Bei diesen Untersuchungen sollten die Vpn sich maximal anstrengen, wach zu bleiben und äußerst schnell zu reagieren. In die-

sen Fällen waren die RZ kürzer und zeigten eine Abnahme ihrer Variabilität (nicht signifikant). Hier war $r = 0.55$ ($p < 0.001$). Um den Zusammenhang zwischen RZ und Alpha-Rhythmus auch für die einzelnen Vpn zu zeigen, wurde die mittlere RZ und mittlere Alpha-Periode der jeweiligen Vp analysiert und diese Messungen auf Korrelation untersucht. Hier war $r = 0.81$ ($p < 0.01$).
Zum Schluß wurden die Probanden in zwei Altersgruppen eingeteilt:

(1) Eine Gruppe von 8 Vp (Alter 18 - 49 Jahre)
(2) Eine Gruppe von 5 Vp (Alter 53 - 72 Jahre)

Die mittlere RZ für die jüngere Gruppe war 295 msec, für die ältere 367 msec; der Unterschied von 72 msec war signifikant ($p = 0.05$). Die mittlere Alpha-Periode der jüngeren Gruppe war 90.9 msec, für die ältere 102.7 msec; der Unterschied war auch signifikant ($p < 0.02$). (Kürzere Perioden $\hat{=}$ höheren Frequenzen und umgekehrt.)
Die Untersuchung zeigte, daß ein signifikanter Zusammenhang zwischen der durchschnittlichen Alpha-Periode einer Person und ihrer entsprechenden durchschnittlichen RZ besteht. Je langsamer die RZ, desto langsamer die Alpha-Frequenz (längere Periode). Außerdem zeigte sich, daß ältere Personen mit langsameren RZ korrespondierend niedrigere Alpha-Frequenzen haben als jüngere mit kürzeren RZ.

Fernández-Guardiola et al. (1971) untersuchten die Beziehung von EEG-Veränderungen zu Reaktionszeiten und Herzfrequenzen an zwölf freiwilligen Vpn (6 männliche und 6 weibliche). Das Alter reichte von 18 - 29 Jahre (Mittel: 23 Jahre). 36 EEG's und 36 EKG's wurden während einer ununterbrochenen Sitzung (50 min) aufgezeichnet. Während dieser Zeit gab es Lichtreize in festen 10-Sekunden-Intervallen. Die Probanden lagen auf einer Couch in einem dunklen und geräuscharmen Zimmer. Sie mußten die Augen geschlossen halten und so schnell wie möglich auf die Lichtreize reagieren, indem sie einen Knopf mit ihrer dominanten Hand betätigten. Die RZ wurde in msec gemessen und zwar mit einem elektrischen Zähler. Das occipitoparietale EEG wurde fortlaufend zu-

sammen mit dem EKG und dem GSR (galvanic skin response) aufgenommen. Um emotionale Einflüsse, die durch die Neuheit der Umgebung wie durch Schwankungen der Vigilanz während des Tages auftreten können, so gering wie möglich zu halten, absolvierte jede Vp 3 Tests an verschiedenen Tagen jeweils zu gleicher Stunde (16 Uhr). Die EEG'S teilte man ein nach dem Vorhandensein oder der Abwesenheit der Alpha-Rhythmen, je nachdem, ob sie vor oder nach dem Reiz, oder während des Intervalls zwischen den Reizen auftraten:

1. Abwesenheit von Alpha- und Vorhandensein von durchwegs Beta-Rhythmen.

2. Vorhandensein von Alpha während des Intervalls zwischen den Reizen, aber Blockierung vor und nach der Reizung.

3. Alpha-Wellen nur am Ende des reizfreien Intervalls bis vor den Reiz.

4. Kurzdauernde, reizinduzierte Alpha-Verminderung.

5. Alpha-Verminderung nur in der Mitte des reizfreien Intervalls.

6. Abwesenheit von Alpha vor dem Reiz, aber durch den Reiz induzierte Alpha-Wellen, die bis zur Mitte des Intervalls vorhanden waren.

7. Reizinduzierte Alpha-Wellen kurzer Dauer und großer Amplitude, die gewöhnlich von Theta-Rhythmen gegen Ende des Intervalls gefolgt wurden.

8. Nicht reaktive, andauernde Alpha-Rhythmen, die während des ganzen festen Intervalls auftraten.

9. Keine Alpha-, sondern langsame Wellen.

Die Alpha-Rhythmus-Verteilung zeigte signifikante Unterschiede zwischen den ersten 15 min und den letzten 15 min des Tests. Der erste Teil war charakterisiert durch das Vorherrschen der reizinduzierten, desynchronisierten Muster. (Häufig 2 + 4; s.o..) Während der letzten 15 min fand man eine signifikante Abnahme dieser Muster. Diese Periode war durch ein Ansteigen der synchronisierten EEG-Muster (8.9) oder durch das Auftreten paradoxer Alpha-Wellen (7) charakterisiert. Vpn, die in der ersten Viertelstunde ein klares, reizinduziertes Alpha-vermindertes EEG hatten, zeigten im letzten Stadium des Tests eine Tendenz zu kontinuierlichen Alpha-Mustern (8). Vpn, die zu Beginn eine gewisse Menge an langsamen Wellen zeigten, neigten zu den paradoxen Alpha-Mustern gegen Ende (7).

Es wurde dann eine 3 X 3 "Contingency χ^2 Tafel" erstellt, wozu man die Reaktionszeiten und die Alpha-Muster in je 3 Gruppen einteilte.
RZ: 150 - 200 msec; RZ: 200 - 250 msec; RZ: 250 - 300 msec.
EEG 1, 2, 3 - 4, 5, 6 - 7, 8, 9 - bildeten die 3 EEG-Gruppen.
Mit der χ^2-Methode verglich man RZ und Alpha-Muster. Das Ergebnis war ein χ^2 = 1909, was zeigt, daß Alpha-Muster und RZ nicht unabhängig waren. Da eine der Variablen willkürlich gewählt war (Einteilung in Alpha-Muster), wählte man für die Prüfung der Zusammenhänge den "contingency coefficient c", den Pearson (1922) vorschlug, und der nicht die Annahme der Normalität der Grundverteilung fordert. Das Ergebnis war: c = 0.62.
Somit war die Korrelation zwischen Alpha-Muster-Verteilung und Reaktionszeit signifikant.
Die kürzeren RZ waren vergesellschaftet mit schnellen (low voltage) Aktivitätsmustern (1 - 6) und die höheren RZ mit 7.8 und 9. Die Ergebnisse zeigten ein lineares Verhältnis zwischen Alpha-Muster und RZ.

Der Korrelationskoeffizient Herzfrequenz gegen Alpha-Muster war in beiden Fällen signifikant.
1. Periode: r = 0.795; 2. Periode (letzten 15 min): r = 0.728.
Die wichtigsten Ergebnisse waren:

a) Alpha-Muster 1, welches mit den kürzeren RZ korrelierte, zeigte eine signifikant höhere durchschnittliche Herzfrequenz als die anderen.

b) Muster 7, 8 und 9 zeigten im Durchschnitt die niedrigsten Herzfrequenzen.

Nach dieser kurzen Erläuterung der Periodizitäten und der Zusammenhänge zwischen den Wellen-Frequenzen im Elektroencephalogramm und der Reaktionszeiten, kann allmählich auf die Problematik der Pharmaka und Vigilanzschwankungen übergegangen werden.

3. Vigilanzschwankungen unter Pharmakaeinwirkung

Die Wirkung von Pemolin (5-Phenyl-2-imino-4-oxazolidon) testete Jovanović (1974) an 50 gesunden Vpn beiderlei Geschlechts im Alter von 25 - 35 Jahren. Einmal vor und dreimal nach Gabe von 25 mg wurden EEG's und Reaktionszeiten in 90-min-Intervallen gemessen. Die Vpn mußten auf optische und akustische Reize jeweils mit maximaler Geschwindigkeit reagieren. Die erste EEG-Messung nach Medikation ergab über der Stirnregion eine Alpha-Frequenzerhöhung von 10.27/sec auf 10.56/sec. Die Ableitungen über der vorderen Scheitelregion, der Schläfenlappenregion und der Hinterkopfregion zeigten ähnliche Frequenzerhöhungen. Drei Stunden nach Medikation zeigte sich ein weiteres Ansteigen der Alpha-Wellen-Frequenz in allen Hirnregionen. Weitere 3 Stunden später wurde in etwa die Ausgangsbasis wieder erreicht. Gleichzeitig mit der Beschleunigung der Alpha-Wellen kam es zur Verringerung deren Anzahl im EEG der Probanden und zu einer Verkleinerung der Amplitude. Reaktionszeiten verkürzten sich von 17.66 auf 14.94 1/100 sec bei einfachen akustischen Reizen (RZ vor Medikation und 3 Std. danach). Eine einmalige Dosis von 25 mg Pemolin ergab eine Erhöhung des Wachheitsgrades um 3 - 4 Grad (0.1/sec $\hat{=}$ 1 Wachheitsgrad - Einteilung nach Jovanović).

Jovanović et al. (1971) untersuchten die Wirkung von Benzoctamin

(1-Methylaminomethyl-dibenzo-(b,e)-bicyclo-(2.2.2)-octadien) und / oder Alkohol auf EEG und Reaktionsvermögen 100 gesunder Vpn (Alter 20 -51).
Insgesamt wurden sechs Gruppen gebildet:

I-a	(20 Vpn)	10 mg Benzoctamin
I-b	(20 Vpn)	20 mg Benzoctamin
I-c	(10 Vpn)	Placebo
II-a	(20 Vpn)	10 mg Benzoctamin + Alkohol
II-b	(20 Vpn)	20 mg Benzoctamin + Alkohol
II-c	(10 Vpn)	Placebo + Alkohol

Die Untersuchungen fanden jeweils vor Medikation sowie 2 1/2 - 3 Stunden nach Gabe der Substanz statt.

Unter Einfluß von Benzoctamin in Dosen von 10 und 20 mg (I-a und I-b) fand sich eine Alpha-Wellen-Verlagerung von occipital nach frontal und eine Abnahme des Beta-Wellen-Anteils. Außerdem zeigte sich eine leichte Frequenzsenkung und eine leichte Amplitudenzunahme der Alpha-Wellen; der Theta-Wellen-Anteil vermehrte sich. Diese Veränderungen, die im Sinn einer psychomotorischen Entspannung zu deuten sind, müssen auf Benzoctamin zurückgeführt werden, da die Placebo-Untergruppe abweichende Resultate aufwies.

In einer zweiten Gruppe (50 Vpn) wurden die Effekte des gleichzeitigen Alkoholkonsums untersucht. Es zeigte sich auch hier eine deutliche Verlagerung der Alpha-Wellen von occipital nach frontal; die Alpha-Wellen-Frequenz nahm ab, die von Beta- und Theta-Wellen ging leicht zurück. Amplitude und Menge der Theta-Wellen nahmen fast durchwegs zu. Diskoordination und Diskorrelation der untersuchten Wellen-Parameter ließen auf eine Ermüdung der Vpn schließen. Außerdem zeigte sich eine beginnende Dysrhythmie (psychomotorische Excitation). Die Effekte wurden nicht durch eine Potenzierung der Alkoholwirkung mit Benzoctamin bedingt, wie die Befunde der Untergruppe II-c zeigte (Alkohol + Placebo). Die Gruppe zeigte nämlich gleiche Erscheinungen wie die mit Alkohol + Benzoctamin.

Die Untersuchungen der Reaktionen auf einfache optische und akustische Reize ergaben, daß in der Gruppe I sowohl nach Benzoctamin als auch nach Placebo die Zeiten gegenüber den Voruntersuchungen verkürzt waren.

Die Reaktionszeiten bei Gruppe II dagegen ließen bei einer Blutalkoholkonzentration von 0.8 - 1 °/oo eine teilweise Beeinträchtigung erkennen. Die in den Untergruppen II-a und II-b (Benzoctamin + Alkohol) registrierten Verzögerungen waren zumeist kleiner als die in Untergruppe II-c (Alkohol + Placebo), was für einen gewissen positiven Effekt von Benzoctamin auf die von Alkohol negativ beeinflußten Parameter spricht.

Unter ähnlichen Bedingungen untersuchte Jovanović (1974) die Wirkungen von hohen Dosen Benzoctamin. Zwanzig Vpn zwischen 20 und 30 Jahren bekamen eine einmalige Dosis von 100 mg Benzoctamin. Eineinhalb Stunden nach Medikation sank die Alpha-Wellen-Frequenz um 1/sec, nach 3 Stunden um 1.3/sec. Die Reaktionszeiten konnten nicht gemessen werden.

Stöcker (1966) untersuchte den Einfluß einer sedierenden chemischen Substanz 2 - (Methyl-thio) - 10 - (2 - (1 - methyl - 2 - piperidyl) - äthyl) - phenothiazin (Thioridazin = Melleril ret. ® 200) an 20 gesunden Studenden (10 männl. und 10 weibl., Alter 20 - 25 Jahre). Die Vpn bekamen eine einmalige Dosis von 200 mg Thioridazin nach Zufallsstichprobe. Es fanden 2 Versuche statt, ein Leer- und ein Medikationsversuch. In den Versuchen wurden u. a. Reaktionszeiten auf verschiedene Reize (Licht, Ton, kombinierte Reize) gemessen. Die Reaktionszeiten lagen im Mittel bei einfachen optischen Reizen bei 20 $\pm$ 3/100 sec, bei einfachen akustischen Reizen bei 13 $\pm$ 2/100 sec. Zwischen Leerversuch und Thioridazin-Versuch sowie zwischen weibl. und männl. Vpn waren keine signifikanten Unterschiede zu bemerken. Leistungsveränderungen der Vpn konnten in keiner Richtung nachgewiesen werden.

Der Effekt von 1 - (3 - methylaminopropyl) - di - benzo (b, e) - bicyclo - (2.2.2) octadiene hydrochlorid (Maprotilin) wurde von Jovanović und Tan-Eli (1970) an 26 männl. und 24 weibl. Vpn

(Alter im Mittel: 29.8 ± 5.8) beobachtet. EEG's wurden vor Medikation und dann an zwei aufeinanderfolgenden Tagen der Behandlung mit 3 X 50 mg/die aufgezeichnet. Das erste EEG dauerte 40 min, die beiden anderen, jeweils 5 Stunden nach Medikation, dauerten jeweils 1 Stunde.

Vor Gabe des Pharmakums betrugen die Alpha-Wellenanteile 58.56 % occipital, 50.44 % parietal und 36.96 % frontal. Nach einer totalen Dosis von 150 mg wuchsen die Alpha-Wellen-Anteile auf occipital 63.24 %, parietal auf 57.10 % und frontal auf 42.28 %. Nach 300 mg konnte ein weiterer Anstieg des Prozentsatzes der Alpha-Wellen-Aktivität festgestellt werden.

Die Frequenz betrug vor Gabe des Präparates occipital 10.62/sec, parietal und frontal etwas weniger. Nach 150 mg war occipital und frontal kaum eine Abnahme bemerkbar, wohingegen die Parietalfrequenz merklich verringert war. Nach 300 mg war occipital eine geringe Abnahme der Wellenfrequenz sichtbar, parietal keine grundsätzliche Änderung, dagegen frontal eine ausgeprägte Reduktion.

Vor Gabe des Präparates zeigten die occipitalen Ableitungen eine Spannung von 55.8 µV, die parietalen 42.7 µV und die frontalen 34.0 µV. Nach Gabe von 150 mg wurde in allen Aufzeichnungen ein proportionales Ansteigen der Amplitude gemessen, nach 300 mg jedoch keine weitere Änderung. Die Unterschiede zwischen den 1. und 2. Ableitungen ergaben ein signifikantes Ansteigen der Alpha-Wellen-Prozente nach einer Dosis von 150 mg Maprotilin. Die Alpha-Wellen-Amplitude zeigte ebenfalls ein signifikantes Ansteigen, ungefähr parallel zu dem Ansteigen der Wellenanteile. Die Alpha-Wellen-Frequenz war nicht signifikant erniedrigt.

Die Unterschiede zwischen den 1. und 3. Ableitungen zeigten ein weiteres signifikantes Ansteigen der Alpha-Wellen-Anteile (gering mehr als nach 150 mg). Die Abnahme der Alpha-Wellen-Frequenz war in den 3. Ableitungen signifikant niedriger als in den 1. Ableitungen. Der Amplitudenanstieg der 3. Ableitungen war signifikant größer, verglichen mit den 1. Ableitungen.

Die Aufzeichnungen II und III zeigten einen signifikanten Anstieg der Alpha-Wellen-Anteile. Die Verringerung der Alpha-Wellen-Frequenz von II zu III war signifikant, das Ansteigen der Amplitude von II zu III war es nicht.

Der Anstieg der Alpha-Wellen-Anteile war vergesellschaftet mit einer Tendenz zu Synchronisation, einer geringen Frequenzabnahme und einem geringen Anstieg der Amplitude.

Der Einfluß von Maprotilin auf das EEG gesunder Vpn wurde von den Autoren als ein gewisser Synchronisationseffekt und als beruhigend auf psychomotorische Komponenten charakterisiert.

In einem Verum-Placebo-Vergleich studierten Bente et al. (1976) die Wirkung einer einmaligen Dosis Nomifensin (100 mg) auf die Ruhe-EEG-Aktivität 10 gesunder Probanden. Die EEG-Registrierung begann 140 min nach Gabe der Substanz. Für die Analyse wurde ein 256 sec langer Abschnitt der rechtsseitigen occipitalen Ruheaktivität 2 min nach Ableitebeginn gewählt.

Im wesentlichen waren 2 Teilprozesse sichtbar. Der erste Prozeß führte zu einer Stabilisierung der dominanten Alpha-Frequenz und ging mit einem geringen Anstieg der Alpha-Aktivität und einer leichten Verlangsamung einher. Der 2. Teilprozeß war durch eine polyrhythmische Auflösung der Grundaktivität charakterisiert, die sich in einer Variabilitätszunahme der dominanten Alpha-Frequenz und einem Anstieg langsamer und schnellerer Frequenzanteile darstellte. Die statistisch gesicherten Befunde ließen eine deutliche Vigilanzverschiebung erkennen.

Bente et al. (1975) untersuchten die Wirkung von 100 mg Etifoxin auf das EEG 11 gesunder Probanden. Placebo und Wirkstoff wurden in zwei Versuchen - 7 Tage Abstand - verabreicht, wobei die Sequenz Placebo-Verum systematisch alternierte. 140 min nach Medikation wurde die Spontanaktivität der rechten Occipitalregion für jeweils 3 min abgeleitet und ausgewertet. Es trat ein differentieller Effekt auf, der von der Größe des Alpha-Leistungsanteils im medikamentös unbeeinflußten EEG abhängig war. Während

bei den Probanden, die vor Medikation eine über dem Placebo-Gruppenmittelwert liegende Alpha-Leistung aufwiesen, die Leistung im Alpha-Wellenbereich sank, dagegen im Theta- und Beta-Wellenbereich stieg, zeigten alle Probanden unterhalb des Mittelwertes eine inverse Reaktion. Dieser differentielle Effekt wurde als Ausdruck eines zu einer Vigilanzminderung führenden Prozesses interpretiert.

Mišurec et al. (1974) behandelten 23 Patienten (16 weibl., 7 männl.) im Alter von 16 - 60 Jahren (Mittel: 36.7) mit Octoclothepine. Unter den Patienten waren 19 schizophrene und 4 manisch-depressive. Die Substanz wurde in ansteigender Dosierung verabreicht, der Durchschnitt lag bei 92.5 mg am 10. Tag (30 - 200 mg) und 163.1 mg am 21. Tag (45 - 350 mg).

Bei den EEG-Auswertungen wurden 10 - 5 sec-Perioden genommen, um den Durchschnittswert, die Standardabweichung und den Varianzkoeffizienten der einzelnen Bänder zu berechnen. Statistische Signifikanz der EEG-Veränderungen wurden mit dem t-Test geprüft.

Die EEG-Veränderungen am 10. und 21. Tag wurden von einem Anstieg der langsamen Aktivität geprägt, außerdem konnte eine Synchronisation des dominanten Rhythmus mit einer Abnahme seiner Frequenz und Ausdehnung bzw. Verlagerung nach temporozentralen Regionen signifikant nachgewiesen werden.

Mišurec et al. (1973) untersuchten die Wirkung von Maprotilin auf das EEG von 15 Patienten. Es handelte sich um 8 männl. und 7 weibl. Patienten, die wegen endogener Depressionen in Behandlung waren (Alter 18 - 78 Jahre, Mittel: 51 Jahre).
Nachdem die Patienten einige Tage Placebos erhalten hatten, bekamen sie Maprotilin in ansteigender Dosierung. Zur klinischen Auswertung verwendete man die "FKP rating scale" und die "Serejskij scale". EEG's wurden abgeleitet am letzten Tag des Placebo-Intervalls, am 10. und am 20. $\pm$ 1. Tag der Behandlung. Eine unmittelbare Frequenzanalyse führte man mit einem Kaiser-Petersen-Analysator durch. Zehn 5 sec-Perioden der rechten occipito-parietalen und temporozentralen Ableitung wurden genommen,

um die Durchschnittswerte der elektrischen Aktivität in den 6 Frequenzbändern und die relativen Werte zu messen, d. h. den Prozentsatz der elektrischen Aktivität in den einzelnen Bändern von der gesamten Aktivität. Die Veränderungen wurden dann für die ganze Gruppe gemittelt und die Unterschiede mit Hilfe des t-Tests auf statistische Signifikanz geprüft.
Die Autoren fanden ein signifikantes Ansteigen der Theta-Aktivität occipital ($p < 0.02$ am 10. Tag; und $p < 0.05$ am 20. Tag) und eine Abnahme der schnellen Beta-Wellen (17.5 - 25 Hz) occipital und temporozentral ($p < 0.05$ am 10. Tag und $p < 0.05$ am 20. Tag). Die Amplitudenanalyse zeigte eine Tendenz zur Abnahme der elektrischen Aktivität bei 3/4 der Behandelten, ohne vorherrschende Änderung des Variationskoeffizienten in eine Richtung. Der durchschnittliche Anstieg der relativen Theta-Aktivität betrug nach 10 Tagen Behandlung bei den gebesserten Patienten 9.4 %, bei den nicht gebesserten Fällen 4.8 %. Nach 20 Tagen war dieser Unterschied noch auffallender: 16.3 % gegenüber 2.8 %. Bei der Gruppe von Patienten, die eine Besserung zeigten, wurde die Alpha-Frequenz regelmäßiger; im Vergleich zur ungebesserten Gruppe war dieser Unterschied signifikant (0.02 Fisher-Test).
Die Autoren fanden eine deutliche Korrelation zwischen klinischer Besserung und EEG-Veränderung.

Mišurec et al. (1974) studierten weiter die Einflüsse von Azaphen auf das EEG von 19 hospitalisierten Patienten. Es handelte sich um 11 weibl. und 8 männl. Patienten im Alter von 20 - 75 Jahren (Mittel: 43.3 Jahre). Vier Patienten wurden wegen Involutionsmelancholie behandelt, 13 wegen endogener Depressionen und 2 wegen atypischer Melancholien.

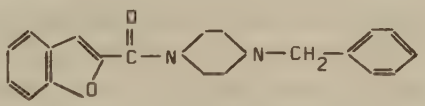
Das EEG wurde mit einem Elema-Schönander-Mingograph aufgezeichnet, die occipito-parietale und temporozentrale Ableitung wurde mit einem Kaiser-Petersen-Gerät analysiert. Die gemeinsame Aufzeichnung wurde verwendet, um den Durchschnittswert und die Standardabweichung in jedem der 5 Bänder (Theta, Alpha 1, Alpha 2, Beta 1, Beta 2) zu messen. Für die statistische Auswertung der Veränderungen verwendete man den t-Test. EEG's leitete man

von jedem Patienten ab, das erste am letzten Tag des Placebo-Intervalls, das zweite und dritte am 10. und 1. bzw. 21. und 2. Tag der Behandlung. Die durchschnittlichen Dosen waren 296 mg (100 - 600 mg) am 10. Tag und 310.5 mg (150 - 600 mg) am 21. Tag der Behandlung. Um Menge und Art der Nebenwirkungen zu erfassen, verwendete man "FKP rating scale und VP scale".

Die EEG-Veränderungen schienen von der täglichen Dosis abzuhängen. Bei weniger als 250 mg gab es eine Abnahme der Amplitude in allen Frequenzbändern, hauptsächlich in dem langsamen Alpha- und dem Theta-Band. Es gab eine Abnahme des Variationskoeffizienten und eine Änderung der dominanten Alpha-Frequenz zu einer schnelleren. Bei Dosen, die 260 mg pro Tag überschritten, gab es, im Gegensatz dazu, eine Zunahme der Alpha- und der Theta-Aktivität. Diese Veränderungen zeigten sich schon am 10. Behandlungstag, waren aber am 21. Tag noch deutlicher ausgeprägt. Bei Patienten mit einem besseren therapeutischen Ergebnis war das EEG "aktiver" als vorher, bei Patienten mit einem schlechteren Ergebnis gab es einen "sedativen Typ" der EEG-Veränderung.

4. Kurze Notiz zur Prüfsubstanz Befuralin

Die chemische Struktur der Substanz, mit der wir uns beschäftigen, ist:

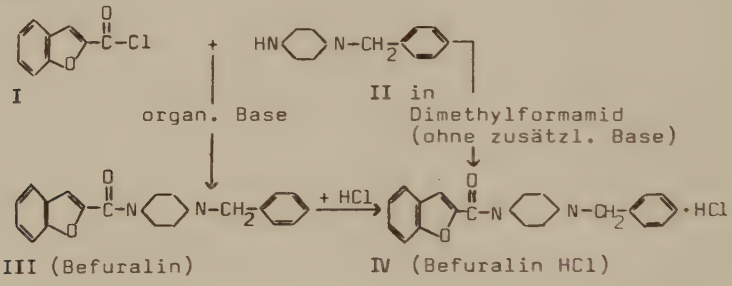


N-Benzo (b) furan-2-ylcarbonyl-N'-benzylpiperazin (Befuralin)

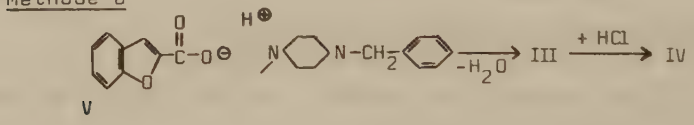
Die Base Befuralin hat ihren Schmelzpunkt bei 85° C.
Sie kann aus Diathyläther rekristallisiert werden und bei 0.13 mbar und ungefähr 250° C ohne Zerlegung distilliert werden.
Befuralin-hydrochlorid ist eine farb- und geruchlose kristalline Substanz mit einem Schmelzpunkt von 241 - 243° C, bei dem die Substanz zerlegt wird.

Bei Raumtemperatur zeigt sie eine Wasserlöslichkeit von 0.8 % bei pH 3.5. Die Molekularformel lautet $C_{20}H_{21}ClN_2O_2$, das MG beträgt 356.861.
Die Synthese von Befuralinhydrochlorid geschieht bevorzugt aus ihren Hauptbestandteilen Cumarilsäure (benzo (b) furan-2-ylcarboxylic acid) und N-benzylpiperazin.
Möglich sind prinzipiell zwei unterschiedliche Methoden, wie Boksay (1979) beschreibt:

Methode A



Methode B



Im folgenden wird die Prüfsubstanz mit Befuralin bezeichnet.

Komarek und Neumann (1977) untersuchten die kardiovaskuläre Wirkung von Befuralin im Vergleich zu Imipramin an Hunden. Die Experimente wurden an 7 reinrassigen Beagles beiderlei Geschlechts durchgeführt. Das Gewicht der Tiere betrug 14.7 ± 0.7 kg. Zur Anästhesie verwendete man Pentobarbital-Na (35 mg/kg i. p.). Die Tiere wurden auf einem auf 37° C temperierten Op-Tisch gelagert; sie konnten spontan durch einen Trachealtubus atmen. Zur Gerinnungshemmung wurde 2 m/kg Heparin i. v. verabreicht. Die hämodynamischen Untersuchungen wurden mit Hilfe der Thermodilutionsmethode durchgeführt. Um den Katheter einzubringen, wurden Arteria axillaris sinistra, Vena jugularis dextra

und die Arteria carotis communis sinistra freigelegt.
Ein Teflon-Thermistor-Herzkatheter (Fischer/Göttingen) wurde via Arteria axillaris in die Aorta ascendens eingelegt (1 - 2 cm vor der Aortenklappe), um Temperaturänderungen zu messen.
Ein Katheter mit Öffnungen an seiner Spitze (Injektionskatheter/ Lüthy 1961) wurde für die Injektion der kalten Lösung verwendet. Dieser Katheter wurde via Vena jugularis dextra in die Vena cava cranialis eingebracht und bis unmittelbar vor den rechten Vorhof vorgeschoben.
Die kalte Injektion (physiologische NaCl-Lösung bei 0^{o} C) wurde manuell so schnell wie möglich durchgeführt. Das injizierte Volumen betrug 0.4 ml/kg Körpergewicht.
Das Herzschlagvolumen wurde mittels einer HZV BN 7206-Meßeinrichtung (Fischer-Hellige) bestimmt. Das Herzschlagvolumen (C.I.) und das Schlagvolumen (S.V.I.) bezogen auf 10 kg Körpergewicht sind durch Messung als Indizes gegeben: C.I. $(ml \cdot (min \cdot 10\ kg)^{-1})$, S.V.I. $(ml \cdot 10\ kg^{-1})$.
Der periphere Widerstand T.P.R. $(dyn \cdot sec \cdot cm^{-5})$ und die Herzleistung, C.W. $(mkp \cdot min^{-1})$ wurden mit Hilfe des gemessenen Blutdruckes und des Herzminutenvolumens (cardiac output) berechnet.
Ein Hochfrequenz-Katheter-Druckmesser (Modell PC 470/Millar) wurde durch die Carotis eingebracht und bis zum linken Ventrikel vorgeschoben, um die Druckkurve des linken Ventrikels aufzuzeichnen. Dieses System ist in der Lage befriedigende Messergebnisse zu liefern und die Bestimmung des Wertes von dp/dt und des Quotienten $(\frac{dp/dt}{(p-edp)+c}$ zu ermöglichen. Das vom linken Ventrikel aufgenommene Drucksignal p (mm Hg) wurde durch einen Verstärker (Modell AC-1 ifd Mescher) verarbeitet, um dp/dt $(mm\ Hg \cdot sec^{-1})$ zu erhalten. Eine analoge Rechenmaschine wurde verwendet, um den Quotienten $(\frac{dp/dt}{(p-edp)+c}$ zu erhalten. Der enddiastolische Druck E.D. P. (mm Hg) wurde zu dem Zeitpunkt bestimmt, an dem der aufsteigende Teil der R-Zacke des EKG's ungefähr 90 % der maximalen Amplitude erreicht hatte. Das EKG wurde von der Extremitätenableitung II abgenommen.
Die Registrierung des mittleren Femoralarteriendruckes $\bar{p}$ (mm Hg) wurde mittels eines Stahl-Katheters in Verbindung mit einem "Statham transducer P 23 Db" erreicht. Das Zählen der R-Zacken

im EKG diente zur Bestimmung der Pulsfrequenz. Alle gemessenen Werte wurden kontinuierlich (d. h. zu ausgewählten Zeiten) aufgezeichnet und automatisch durch ein analoges Rechensystem (Hellige) gedruckt.
Befuralin und Imipramin wurden in Dosen von 0.3, 1.0 und 3.0 mg/kg i. v. (Femoralvene) verabreicht.
Den Einfluß von Befuralin und Imipramin auf das EKG bestimmte man über einen Zeitraum von 6 Stunden.
Statistische Auswertungen wurden mit dem t-Test durchgeführt (Irrtumswahrscheinlichkeit 5 %).

Der mittlere arterielle Blutdruck (M.A.P.) wurde durch i. v.-Gabe von Befuralin im Bereich von 0.3 bis 3 mg/kg nicht wesentlich beeinflußt, wohingegen 1 mg/kg Imipramin i. v. einen vorübergehenden initialen Blutdruckabfall verursachte (- 5 %). Diese blutdrucksenkende Wirkung von Imipramin wurde besonders deutlich nach Gabe von 3 mg/kg i. v., wonach 1 min nach Applikation ein Abfall von 36 % erreicht wurde. Die Blutdrucksenkung war während des ganzen Beobachtungszeitraumes zu beobachten und war signifikant.
Die Herzfrequenz wurde durch 1 mg/kg Imipramin und 1 mg/kg Befuralin kaum beeinflußt; sie stieg nach 1 mg/kg Imipramin um 14 % über den Ausgangswert, Befuralin erzeugte nur einen Anstieg von 5 % bei gleicher Dosierung. Nach 3 mg/kg Befuralin i. v. war eine mäßige Beschleunigung der Herzfrequenz, nach 3 mg/kg Imipramin i. v. eine leichte Abnahme zu bemerken.
Das Herzminutenvolumen stieg zu einem Maximum von 17 % über den Kontrollwert nach 0.3 mg/kg Imipramin i. v. und ein initialer Anstieg von 37 % konnte nach 1 mg/kg i. v. registriert werden. Dieselben Dosen von Befuralin zeigten Anstiege von 7 bzw. 14 %. Die Gabe von 3 mg/kg brachte sowohl bei Imipramin, wie auch bei Befuralin kleine zusätzliche Anstiege im Herzminutenvolumen. Die spätere Verminderung, die diesen initialen Anstiegen des Herzminutenvolumens folgte, war nach Imipramin-Gabe mehr ausgeprägt (3 mg/kg).
Das Schlagvolumen zeigte anfängliche Anstiege von 13 und 20 % nach 0.3 und 1 mg/kg Imipramin i. v., nicht jedoch bei Befuralin. Ansonsten waren die Beeinflussungen des Schlagvolumens

nicht erwähnenswert.
Der periphere Widerstand der Gefäße (T.P.R.) wurde dosisabhängig von 0.3 - 3 mg/kg i. v. sowohl durch Imipramin als auch durch Befuralin initial gesenkt. Der Einfluß von Befuralin auf den Gesamtwiderstand war minimal im Vergleich zu der langdauernden und ausgeprägten Reduktion, die Imipramin verursachte. Der Unterschied diesbezüglich war signifikant.

Die Herzleistung stieg sofort nach Applikation von 0.3 bis 3 mg/kg Imipramin und Befuralin i. v. an, aber nur für eine kurze Zeitspanne, wonach die Herzleistung praktisch unbeeinflußt durch Befuralin blieb, wogegen 3 mg/kg Imipramin i. v. zu einer ausgeprägten Abnahme der Herzleistung - 33 % 1 min nach Applikation - führte.

Die Kontraktilität (dp/dt) des linken Ventrikels erfuhr unter 0.3 - 3 mg/kg Befuralin i. v. keine nennenswerten Änderungen. 3 mg/kg Imipramin i. v. brachten dagegen eine Verminderung von dp/dt maximal bis 26 %. Auch der Quotient $\frac{dp/dt}{(p-edp)+c}$ blieb praktisch unbeeinflußt durch Befuralin. Imipramin in einer Dosis von 1 mg/kg i. v. brachte einen leichten Anstieg dieses Parameters, aber 3 mg/kg i. v. eine Abnahme.

Während der 6-h-Infusion von 0.3 mg/kg/min Befuralin i. v. erhielten die untersuchten Tiere total 108 mg/kg.
Erst nach ungefähr 77.3 mg/kg Befuralin zeigten sich Auswirkungen auf das EKG (Abflachung der T-Welle). In einigen Fällen war die Tendenz zu einer T-Negativierung zu sehen, jedoch war die Höchstdosis von 108 mg/kg für kein Tier tödlich.

Bei derselben Versuchsanordnung brachte bereits die Gabe von nur 18 mg/kg Imipramin i. v. eine deutliche ST-Senkung. Nach 23 mg/kg Imipramin i. v. folgte eine zunehmende Deformation der T-Welle und eine Abflachung der P-Spitze, worauf die Tiere bradykard wurden und starben.

Zusammenfassend konnte gesagt werden, daß sich Befuralin im

Vergleich zu Imipramin faktisch Blutdruck-neutral verhielt. Der positive chronotrope Effekt von Befuralin war bei weitem nicht so ausgeprägt wie nach Imipramin.
Die Untersuchungen am linken Ventrikel erbrachten keine merklichen Veränderungen der Kontraktilität unter dem Einfluß von Befuralin.
Unter der Behandlung mit Befuralin braucht keine Reduktion der Herzleistung erwartet werden.

Clemens und Clemens (1977) behandelten 64 Kranke, die an einem depressiven Syndrom litten, mit Befuralin.
61 Patienten wurden ambulant, 3 stationär betreut. Das mittlere Alter der insgesamt 42 Frauen betrug 44.8 ($\pm$ 1.96) Jahre, das der 22 Männer betrug 41.1 ($\pm$ 3.67) Jahre. 18 Kranke (= 28 %) waren bis 35 Jahre, 38 Kranke (= 60 %) waren zwischen 36 und 60 Jahre, 8 Kranke (= 12 %) waren über 60 Jahre alt.
Bei 28 von den 64 Patienten lag eine endogene Depression vor (44 %); weitere 5 Kranke (8 %) litten an einer Schizophrenie oder an einer atypischen Psychose; in 12 Fällen (19 %) lag eine körperlich begründbare Psychose (Durchgangssyndrom oder organische Wesensänderung) vor. Bei den übrigen 19 Fällen waren die psychischen Störungen Ausdruck von Abnormitäten (abnorme Persönlichkeit, abnorme Entwicklung, abnorme Reaktion). Unter diesen 19 Fällen waren abnorme Persönlichkeiten mit 13 (= 20 %), reaktive Depressionen mit 3 (= 5 %) und Untergrunddepressionen mit 3 (= 5 %) vertreten.
Die Prüfsubstanz wurde einmal täglich verabreicht. 62 Kranke erhielten morgens 150 mg Befuralin, 2 Kranke 100 mg als Tagesdosis. Die Dauer der Verabreichung war in allen Fällen auf 14 Tage geplant. Bei 40 Patienten wurde vor Behandlungsbeginn die laufende psychotrope Therapie abgesetzt; 9 Patienten hatten keine Vormedikation. Bei 15 Fällen, bei denen die Vorgeschichte eine Veränderung des psychischen Bildes durch das Absetzen der bisherigen Medikation erwarten ließ, wurde die bereits laufende Medikation zusätzlich beibehalten (9 x Thymo- bzw. Neuroleptika; 6 x Tranquilizer). Zur statistischen Analyse verwendete man den χ^2-Test.

Das initiale Zustandsbild wurde entsprechend seines Schweregrades durch die Prädikate "leicht", "mittelschwer" oder "schwer" gekennzeichnet. Zusätzlich erfolgte eine Beurteilung mit Hilfe der Selbsteinschätzungsbögen (SEB) nach Lehrl et al. und Zerssen. Die bei Abschluß der Behandlung eingetretene Veränderung der psychischen Störungen wurde in erster Linie durch die Ergebnisse der psychiatrischen Exploration bestimmt. Unterschieden wurden 7 mögliche Grade der Änderung:

1. volle Remission
2. weitgehende Remission
3. mittelgradige Remission
4. geringgradige Remission
5. keine Veränderung
6. Verschlechterung
7. Therapieabbruch

Die entsprechenden klinischen Beurteilungen nahm ebenfalls der auswählende und betreuende Psychiater vor. Zusätzlich wurden am 3., am 6., am 10. und am 14. Behandlungstag erstellte SEB zur Beurteilung herangezogen. Angaben von Angehörigen zur Änderung der Kranken konnten in 41 Fällen gewonnen und mitverwertet werden. Unerwünschte Begleitwirkungen wurden dann angenommen, wenn entsprechende Phänomene vor Beginn der Behandlung nicht beobachtet worden waren und wenn sie innerhalb von längstens 3 Tagen nach Absetzen des Präparates verschwanden.

56 von den 64 Patienten vollendeten den Prüfungszeitraum von 14 Tagen; bei 8 Patienten wurde vorzeitig abgebrochen. 33 (= 52 %) der 64 mit Befuralin behandelten Patienten zeigten eine günstige Veränderung des Zustandsbildes.
Da die beiden verwendeten SEB untereinander hohe Korrelationskoeffizienten (r = 0.9) aufwiesen, addierten die Untersucher die Werte der beiden Skalen und betrachteten nur diese Summenwerte. Die Summenwerte der SEB nahmen bei den gebesserten Patienten gegenüber dem Ausgangswert bei dem Remissionsgrad "voll" um 39, bei "weitgehend" um 22, bei "mittelgradig" um 18 und bei "geringgradig" um 11 Punkte ab. Bei den unbeeinflußten Fällen betrug die

Differenz 1 Punkt, bei den verschlechterten nahm sie um 10 Punkte zu. Die Punktwerte ausgedrückt in Prozent des Ausgangswertes (= 100 %) nahmen bei den gebesserten Gruppen um 87 %, 48 %, 32 % und 23 % ab.

Von 33 endogenen depressiven Syndromen besserten sich 23 unter Befuralin, wogegen bei den übrigen nichtendogen depressiv Kranken nur 10mal Besserung eintrat; das Ergebnis war signifikant ($p < 0.01$).
Von den 33 endogenen depressiven Syndromen zeigten 23 eine mittelgradige, weitgehende oder vollständige Remission, während von 31 nicht-endogenen depressiven Syndromen nur 4 derartig ausgeprägte Besserungen aufwiesen ($p < 0.01$).
Vollständige Remissionen konnten nur bei depressiven Bildern endogener Herkunft beobachtet werden.

Je geringer der Schweregrad der psychischen Störung zu Beginn der Behandlung war, desto häufiger wurden unter Befuralin Besserungen beobachtet. Bei den leichten depressiven Syndromen besserten sich 17 (= 81 %) von 21 Fällen, bei den mittelschweren waren es 15 (= 44 %) von 34, während unter den schweren Bildern nur in 1 (= 13 %) von 8 Fällen Besserung eintrat.
Dieser Unterschied zwischen den leichten und den schweren Fällen war signifikant ($p < 0.01$).
Eine Beziehung zur Dauer der Erkrankung war insofern zu beobachten, daß Besserung signifikant häufiger eintrat, wenn die Krankheit kürzer als ein Jahr angedauert hatte ($p < 0.05$), als wenn dieser Zeitraum überschritten worden war.
Beziehungen zwischen Häufigkeit der Besserung und Geschlecht oder Lebensalter der Probanden ließen sich nicht feststellen.

Ein Besserungsbeginn wurde bei 23 (= 70 %) der 33 gebesserten Kranken innerhalb der ersten 3 Behandlungstage beobachtet, bei insgesamt 31 (= 94 %) innerhalb von 8 Tagen. Nur bei 2 Kranken (6 %) wurde die Besserung erst nach dem 8. Tag deutlich.

Bei den Nebenwirkungen handelte es sich im wesentlichen um 3

Gruppen:

Vegetative Allgemeinstörungen (15mal)
organisch-psychische Beeinträchtigungen (10mal)
gastro-intestinale Beschwerden (7mal)

An erster Stelle der unerwünschten Begleitwirkungen standen Kopfschmerzen (6mal), gefolgt von Übelkeit, Unruhe, Teilnahmslosigkeit, Verwirrtheit, Magenschmerzen, Tachykardie, Obstipation und allgemeines Unwohlsein.

Ein vorzeitiger Therapieabbruch wurde bei 8 (= 12 %) der Kranken erforderlich.

Die Autoren hoben besonders hervor, daß die Prüfsubstanz auch bei chronisch Depressiven wirksam war. Von den insgesamt 33 Kranken, bei denen unter Befuralin eine Besserung eintrat, waren 21 (= 64 %) vorher über einen Zeitraum von 2 Monaten bis zu 10 Jahren erfolglos mit klassischen Thymo- oder Neuroleptika behandelt worden.
Die Ergebnisse des beschriebenen Versuches mit Befuralin an 64 Kranken ließen die Annahme gerechtfertigt erscheinen, daß es sich um eine beim Menschen antidepressiv wirkende chemisch-pharmakologische Verbindung handelt.

B. E I G E N E U N T E R S U C H U N G E N

I. METHODIK

1. Fragestellung

a) Werden durch N-benzo (b) furan-2-ylcarbonyl-N'-benzylpiperazin (Befuralin) vegetative Erscheinungen bzw. Veränderungen hervorgerufen?

b) Zeigen sich Unterschiede bei den test-psychologischen Untersuchungen zwischen der mit Befuralin und der mit Placebo behandelten Gruppe?

c) Sind durch die spektralanalytisch elektroencephalographischen Untersuchungen Wirkungen von Befuralin auf das EEG Gesunder erkennbar?

d) Wenn einige Effekte auftreten, sind diese periodischer Natur oder treten sie kontinuierlich auf?

2. Auswahl der Probanden und Technik der Untersuchungen

Es wurden 50 freiwillige gesunde Versuchspersonen (Vpn) zwischen 20 und 29 Jahren (Durchschnittsalter 22.8 Jahre) beiderlei Geschlechts (Tab. 1 und 2), welche die Eignungsuntersuchung bestanden haben, in Anspruch genommen.

a) Einschluß- bzw. Ausschlußkriterien

aa) Die Probanden durften nicht jünger als 20 bzw. älter als 30 Jahre sein.

ab) Normales Körpergewicht: ((Größe in cm - 100) $\pm$ 10 %) in kg.

ac) Normaler Blutdruck (RR nicht über 150/100 mm Hg und nicht unter 100/60 mm Hg).

ad) Keine Erkrankungen im psychischen, somatischen und vegetativen Bereich.

ae) Keine Neigung zum Alkohol- und Drogenmißbrauch.

af) Keine zusätzliche Einnahme von anderen Medikamenten.

ag) Freiwilliges Verbleiben bis zum Ende des Versuches und Teilnahme an allen Untersuchungen.

b) Eignungsuntersuchungen:

Spätestens einen Tag vor Beginn der Hauptuntersuchung wurde die Eignungsuntersuchung durchgeführt. Die wichtigsten Daten wurden in ein Protokoll eingetragen. Erst nachdem die Eignungsuntersuchung positiv ausgefallen war (s. auch Tab. 2 A und 2 B), wurde die Vereinbarung mit dem betreffenden Probanden geschlossen.

c) Somatische Untersuchungen:

Das angelegte Protokoll enthielt Blutdruck nach Riva Rocci (RR), Puls (s. Tab. 3 und 7) und subjektive Angaben des Probanden (s. Tab. 7 A und 22 A). Dabei wurde mit einem Plus-Zeichen eine leichte Veränderung, mit zwei Plus-Zeichen eine mäßige und mit drei Plus-Zeichen eine starke Veränderung bezeichnet. Im Falle der Anregung (Ermunterung) bedeutete ein Plus-Zeichen eine leichte Anregung zur besseren psychischen und körperlichen Leistung. Zwei Plus-Zeichen bedeuteten eine Steigerung der Anregung bis zur Nervosität und eventuellem vegetativen Tremor an den Händen. Drei Plus-Zeichen wurden in das Protokoll eingetragen, wenn der Proband bereits aufgeregt und nicht mehr leistungsfähig war. Umgekehrt bedeutete für die Ermüdung ein Plus-Zeichen leichte Müdigkeit, zwei Plus-Zeichen standen für Schläfrigkeit und drei Plus-Zeichen für Einschlaftendenz bis zum Einschlafen und psychisch-körperliche Leistungsunfähigkeit. Unter der Bezeichnung "andere Zeichen" wurden alle anderen subjektiven Angaben oder objektiv notierten Symtome eingetragen, wobei auch die Ausprägung notiert

Tab. 1: Alter und Geschlecht der Probanden

GRUPPE XQ = Verumgruppe				GRUPPE YQ = Placebogruppe			
Probanden Nummer	Alter in Jahren	Geschlecht		Probanden Nummer	Alter in Jahren	Geschlecht	
		männl.	weibl.			männl.	weibl.
01	22	1		05	22		1
02	24		1	06	21	1	
03	29	1		07	21		1
04	21	1		08	20		1
13	21	1		09	27	1	
15	26	1		10	24	1	
16	22		1	11	26	1	
17	22		1	12	22		1
18	21		1	14	23	1	
21	21		1	19	26	1	
22	26	1		20	22		1
26	22		1	23	24		1
27	21		1	24	24	1	
29	23	1		25	25	1	
30	21	1		28	21		1
33	28	1		31	24	1	
34	21	1		32	23	1	
36	21	1		35	24		1
38	21	1		37	21	1	
41	22		1	39	22	1	
42	21		1	40	24	1	
43	23	1		45	21		1
44	23	1		46	24	1	
47	22	1		49	23	1	
48	21	1		50	21	1	
Durchschnitt	22.6				23		
Insgesamt		16	9			16	9
		25				25	

Tab. 2 A: Statistische Voranalyse der Probanden nach Körpergewicht (3), Körpergröße (4) und Geschlecht (5) der Gruppe (G) XQ und YQ.

G	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
XQ	3	25	69.52	12.346	2.469	0.178
	4	25	174.68	8.528	1.706	0.049
	5	25	1.36	0.490	0.098	0.360
YQ	3	25	66.92	14.402	2.880	0.215
	4	25	174.56	8.632	1.726	0.049
	5	25	1.36	0.490	9.798	0.360

Tab. 2 B: t-Test zur Tabelle 2 A.

VAR	Gruppe:		F	t	p
	XQ	YQ			
3	69.52	66.92	48	0.685	n. s.
4	174.68	174.56	48	0.049	n. s.
5	1.36	1.36	48	0.000	n. s.

Tab. 3: Variablenliste für Blutdruck nach Riva-Rocci (RR) und Puls der Probanden.

Untersuchungstag (U.-Tag)	Reihenfolge der Untersuchung am Tage (RF)	Blutdruck nach RR		Puls
		systolisch	diastolisch	
1.	I	90	91	92
	II	165	166	167
	III	240	241	242
	IV	315	316	317
2.	I	390	391	392
	II	465	466	467
	III	540	541	542
	IV	615	616	617
3.	I	690	691	692
	II	765	766	767
	III	840	841	842
	IV	915	916	917

wurde. Z. B. "schwindelig + " bedeutete leicht schwindelig; "schwindelig ++" mäßig schwindelig usw.. Wenn gar keine Änderung aufgetreten war, so wurde in den anderen Rubriken ein Minus- oder O-Zeichen geschrieben. In der Rubrik "keine Änderung" wurde dann ein Plus eingetragen. Das Protokoll enthielt Datum, Tag (im Sinne der Reihenfolge), Reihenfolge der Untersuchungen (im Sinne der Uhrzeit) und Uhrzeit der Untersuchung.

d) Determinationszeiten

Die Determinationszeiten wurden mittels eines Wiener Determinationsgerätes viermal pro Tag ermittelt.
(S. Tab. 4 und Resultate.)

Je zwei weiße, gelbe, rote, grüne und blaue Lämpchen erzeugten Lichtreize, die von den Vpn durch Drücken einer entsprechenden Farbtaste beantwortet werden mußten. Zwei weitere optische Signale (weiß) - die Lämpchen waren durch eine schwarze Blende von den anderen abgehoben - mußten durch Druck auf zwei Pedale mit dem linken bzw. rechten Fuß beantwortet werden. Zusätzlich zu den optischen Reizen wurden akustische Reize (ein hoher und ein tiefer Ton) vermittelt.
Auch bei diesen Reizen mußte eine entsprechende Taste betätigt werden.
Nach Drücken der Starttaste werden bei dem verwendeten Determinationsgerät 180 Reize - statistisch gestreut - bei einem automatischen Ablauf dargeboten. Die Abstände zwischen den einzelnen Reizen betragen zwischen 0.5 und 3.0 Sekunden.
Das Zeitintervall kann logarithmisch in 15 Stufen verändert werden. Die folgende tabellarische Aufstellung gibt eine Übersicht:

Stufe:	Zeit für 1 Signal: (sec)	Zeit für 180 Signale: (sec)
1	0.500	90
2	0.566	102
3	0.644	116
4	0.733	132
5	0.833	150
6	0.950	171
7	1.078	194
8	1.222	220
9	1.398	250
10	1.583	285
11	1.800	324
12	2.044	368
13	2.322	418
14	2.639	475
15	3.000	540

Alle Reize müssen so schnell wie möglich beantwortet werden, da die Lämpchen von selbst erlöschen bzw. die Töne verklingen und verzögerte und falsche Reaktionen gezählt werden.
Wir begannen mit der Geschwindigkeitsstufe 7 (1. Untersuchung) und steigerten die Geschwindigkeit bis zur Stufe 4 (4. Untersuchung), um einen eventuellen unerwünschten Lerneffekt zu vermeiden. Diese Geschwindigkeitssteigerung (7, 6, 5, 4) behielten wir an 3 Untersuchungstagen bei.

Gemessen wurden:

-Sicherheit und Genauigkeit von Mehrfachreaktionen;
-Verlaufsfunktionen;
-Belastbarkeit der individuellen Leistungsfähigkeit;
-Ermüdung;
-Dauerreaktionsleistungen;
-Risikoverhalten;
-Stressuntersuchungen.

Die Leistung spiegelt sich in der Anzahl der richtigen, der verzögerten und der fehlerhaften Antworten (s. Tab. 4 und Resultate).

e) Reaktionszeiten (RZ) (s. Tab. 5 und Resultate)

ea) Einfache optische Reaktionszeiten (F)

Die Reize wurden mit einem Wiener Reaktionsgerät dargeboten. Die Farbe Gelb erschien 28mal statistisch gestreut. Der Proband konnte von seinem Sitz aus die Reaktionszeiten nicht einsehen und hatte sich nur auf die dargebotenen Reize zu konzentrieren. Nach jedem optischen Reiz hatte er die Aufgabe, den Reiz mit maximaler Geschwindigkeit durch Druck auf einen Spiegel zu unterbrechen. Die Zeit zwischen der Darbietung des Reizes und der Antwort wurden als Reaktionszeiten in Tabellen (s. Resultate) eingetragen.

eb) Einfache akustische Reaktionszeiten (T)

Die Reize wurden statistisch gestreut mittels des gleichen Wiener Reaktionsgerätes, wie unter A, gegeben. Die Versuchsperson saß auf der Seite, von der die Reaktionszeiten nicht gesehen werden können. Die Tafel mit den Reaktionszeiten war dem Versuchsleiter zugewandt. Die Antworten auf akustische Reize erfolgten wie unter A) (s. Resultate).

ec) Kombinierte optisch-optische Reaktionszeiten (FF)

Bei den kombinierten optisch-optischen Reizen (FF) bekam der Proband alle Reize dargeboten, die das Wiener Reaktionsgerät anbieten kann. Statistisch gestreut wurden einmal akustisch einfach, optisch rot einfach, optisch gelb einfach, einmal akustisch und optisch rot, einmal akustisch und optisch gelb und ein weiteres Mal optisch-optisch gelb und rot gegeben. Der Proband hatte die Aufgabe, nur den letzten Reiz zu beantworten. Die anderen Reize mußte er unbeantwortet lassen. Beantwortete er auch die anderen Reize, so wurde dies als Fehler angesehen. Der Proband mußte sich

Tab. 4: Variablenliste für die Determinationszeiten (DZ)

Reihenfolge (RF) der Untersuchung am Tage	Untersuchungstag (U.-Tag)	Variablen-Nummern (VAR)		
		richtig	verzögert	falsch
I	1.	6	7	8
	2.	9	10	11
	3.	12	13	14
II	1.	15	16	17
	2.	18	19	20
	3.	21	22	23
III	1.	24	25	26
	2.	27	28	29
	3.	30	31	32
IV	1.	33	34	35
	2.	36	37	38
	3.	39	40	41

Tab. 5: Variablenliste für die Reaktionszeiten (RZ)
(F = Farbe, T = Ton, FF = Farbe-Farbe, FT = Farbe-Ton)

Untersuchungstag (U.-Tag)	Reihenfolge (RF) der Untersuchung am Tage	Art der Reaktionszeiten (RZ)			
		F	T	FF	FT
1.	I	42	46	50	54
	II	43	47	51	55
	III	44	48	52	56
	IV	45	49	53	57
2.	I	58	62	66	70
	II	59	63	67	71
	III	60	64	68	72
	IV	61	65	69	73
3.	I	74	78	82	86
	II	75	79	83	87
	III	76	80	84	88
	IV	77	81	85	89

also auf die richtigen Reize konzentrieren. Er mußte ganz wach sein, um diese Reize richtig zu beantworten. Mit anderen Worten, der Proband mußte hier sehr aufmerksam sein. Die Zeiten zwischen der Reizdarbietung und der Reizbeantwortung wurden als Reaktionszeiten angesehen und in Tabellen (s. Resultate) eingetragen. Gemessen wurden die richtigen Reize und die gesamt dargebotenen Reize.

ed) Kombinierte akustisch-optische Reaktionszeiten (FT)

Jetzt bekam der Proband vom gleichen Wiener Reaktionsgerät ebenfalls, wie bereits erwähnt, alle Reize:
Einmal einen optischen, einmal den akustischen Reiz, dann zwei optische, gelb und rot; einmal einen akustischen und optischen rot und ein nächstes Mal den akustischen und optischen gelb.
Der Proband hatte nur auf den akustischen in einer Kombination mit optisch gelb zu antworten. Die übrigen Reize mußten unbeantwortet bleiben. Beantwortete er auch einen der übrigen Reize, so wurde dies als Fehler angesehen. Gemessen wurden die richtigen Antworten und die gesamt dargebotenen Reize.
Durch die Kombination der Reize kann gemessen werden:

-Geschwindigkeit des Reaktionsvermögens
-Wahl- und Reaktionsfähigkeit
-Konzentration
-Aufmerksamkeit
-Vigilanz

f) Das Elektroencephalogramm (EEG)

Für unsere Untersuchungen verwendeten wir einen achtfachschreibenden Elektroencephalographen vom Typ ALVAR mit 8 Registrierkanälen (4 für jede Kopfseite). Die Ableitelektroden bestanden aus Silber (Ø 5 - 8 mm), an denen dünne, isolierte Silberdrahtlitzen angelötet waren. Die Elektroden wurden nach weitgehender Entfernung der Haare unter Druck (Gummihaube) auf dem Kopf befestigt. Zur Verringerung des Übergangswiderstandes wurde bei Bedarf Elek-

trodenkontaktpaste (Conducta) verwendet. Die Vpn wurden angewiesen, während der Ableitdauer die Augen geschlossen zu halten und sich nicht zu bewegen. Die Räume waren abgedunkelt. Im Kontrollraum wurden die Aufzeichnungen beobachtet und jeweils nach zwei Minuten Anpassung der Computer (Bioprozessor 16) für eine Minute gestartet. Die zwei Minuten dienten der Gewöhnung der Vpn an die Ruhe und der Vermeidung artifizieller Wellen. Eine längere Ableiteperiode vor dem Auswerten würde zu Ermüdungszeichen im EEG führen. Der Teleprinter des Computers druckte sofort nach den jeweiligen Untersuchungen die Zahlen für die Hirnregionen und Bänder (Frequenzbereiche) aus.

fa) Im Energie-Spektrogramm (Power-Spektrum) des EEG (Tab. 6 A - 6 L) ist:

AUSABS = Absolute Ausprägung der EEG-Wellen über der registrierten Hirnregion. D. h., hier fragt man sich, wieviel Wellen des betreffenden Bandes auf der ausgewerteten Kurve vorgekommen sind, ohne die Berücksichtigung der anderen Wellenspektren (Bänder, Frequenzen).

AUSREL = Relative Ausprägung der Wellen des betreffenden Bandes. D. h., hier werden EEG-Wellen aller Bänder (Delta-, Theta-, Alpha- und Beta-Wellen) zusammengefaßt und davon wird dann der Anteil der betreffenden EEG-Wellen ausgerechnet.

DOMFREQ = Dominante Frequenz. Hier handelt es sich um die Frequenz, die in einem Wellen-Band dominiert. Delta-Wellen bewegen sich zwischen 0.5 - 3.5 Hertz (Hz). Die dominante Frequenz ist aber beispielsweise 1.5 Hz.

AEQUIB = Aequivalente Bandbreite. Die aequivalente Bandbreite bezieht sich auf die Wellen des betreffenden Bandes. D. h., z. B. Delta-Wellen haben eine dominante Frequenz von 1.5 Hz. Wenn sich Delta-Wellen in einem ganz engen Bereich bewegen, d. h., es würden Delta-Wellen

nur zwischen 1 - 2 Hz gefunden, so ist die aequivalente Bandreite eng. Wenn aber Delta-Wellen bei der gleichen dominanten Frequenz sehr weit streuen, sagen wir zwischen 0.5 und 3.5 Hz, so ist die aequivalente Bandbreite sehr breit. Es handelt sich hier, einfach ausgedrückt, um die Streuung der Frequenz. Je mehr die Frequenzen von der mittleren Frequenz abweichen, um so größer ist die aequivalente Bandbreite.

ASQ = Ausprägungsquotient. Hier handelt es sich um die Bezeichnung zwischen zwei Bändern. In unseren Tabellen ist ASQ B2/B3 eingetragen, d. h., wir haben hier den Ausprägungsquotienten zwischen den Theta- (B2) und Alpha-Wellen (B3) ausgewertet. Der Sinn liegt darin, daß man sieht, wie sich die Wellen bewegen. Wenn z. B. die Alpha-Wellen nach der Gabe der Substanz weniger geworden sind, liegt das daran, daß die Hirnaktivität langsamer geworden ist, und daß jetzt Theta-Wellen mehr zum Vorschein kommen. In dem Falle wird der ASQ größer und umgekehrt.

GESLEISTG = Gesamtleistung; hier handelt es sich um die Leistung des Computers. Er hat eine gewisse Gesamtleistung für alle Spektren der Wellen. Von dieser Gesamtleistung ausgehend errechnet er dann die Leistung für die einzelnen Bänder. Die Amplitude eines Spektrums beträgt 1. Aus diesem Grunde sind die einzelnen Leistungen (nachdem wir vier Wellen-Bänder haben) unter 1.

fb) Bänder (Bereiche, Frequenzen der Wellen):

B 1 = Band der Delta-Wellen (0.5 - 3.5 Hz);
B 2 = Band der Theta-Wellen (3.5 - 7.5 Hz);
B 3 = Band der Alpha-Wellen (7.5 - 12.5 Hz);
B 4 = Band der Beta-Wellen (12.5 - 32.0 Hz);

Tab. 6 A: Variablenliste für die EEG-Parameter

Spektren (Frequenzbereiche)	Parameter	Hirnregion (HR)				Band (B)
		FR	PZ	PT	OC	
Delta-Wellen	AUSABS	93	94	95	96	1
	AUSREL	97	98	99	100	
	DOMFRQ	101	102	103	104	
	AEQUIB	105	106	107	108	
Theta-Wellen	AUSABS	109	110	111	112	2
	AUSREL	113	114	115	116	
	DOMFRQ	117	118	119	120	
	AEQUIB	121	122	123	124	
Alpha-Wellen	AUSABS	125	126	127	128	3
	AUSREL	129	130	131	132	
	DOMFRQ	133	134	135	136	
	AEQUIB	137	138	139	140	
Beta-Wellen	AUSABS	141	142	143	144	4
	AUSREL	145	146	147	148	
	DOMFRQ	149	150	151	152	
	AEQUIB	153	154	155	156	
Ausprägungsquotient (ASQ)		157	158	159	160	B 2/3
Gesamtleistung (GESLSTG)		161	162	163	164	
Spur		1	2	3	4	

1. Untersuchungstag
1. Untersuchung

Tab. 6 B: Variablenliste für die EEG-Parameter

Spektren (Frequenzbereiche)	Parameter	Hirnregion (HR)				Band (B)
		FR	PZ	PT	OC	
Delta-Wellen	AUSABS	168	169	170	171	1
	AUSREL	172	173	174	175	
	DOMFRQ	176	177	178	179	
	AEQUIB	180	181	182	183	
Theta-Wellen	AUSABS	184	185	186	187	2
	AUSREL	188	189	190	191	
	DOMFRQ	192	193	194	195	
	AEQUIB	196	197	198	199	
Alpha-Wellen	AUSABS	200	201	202	203	3
	AUSREL	204	205	206	207	
	DOMFRQ	208	209	210	211	
	AEQUIB	212	213	214	215	
Beta-Wellen	AUSABS	216	217	218	219	4
	AUSREL	220	221	222	223	
	DOMFRQ	224	225	226	227	
	AEQUIB	228	229	230	231	
Ausprägungsquotient (ASQ)		232	233	234	235	B 2/3
Gesamtleistung (GESLSTG)		236	237	238	239	
Spur		1	2	3	4	

1. Untersuchungstag
2. Untersuchung

Tab. 6 C: Variablenliste für die EEG-Parameter

Spektren (Frequenzbereiche)	Parameter	Hirnregion (HR)				Band (B)
		FR	PZ	PT	OC	
Delta-Wellen	AUSABS	243	244	245	246	1
	AUSREL	247	248	249	250	
	DOMFRQ	251	252	253	254	
	AEQUIB	255	256	257	258	
Theta-Wellen	AUSABS	259	260	261	262	2
	AUSREL	263	264	265	266	
	DOMFRQ	267	268	269	270	
	AEQUIB	271	272	273	274	
Alpha-Wellen	AUSABS	275	276	277	278	3
	AUSREL	279	280	281	282	
	DOMFRQ	283	284	285	286	
	AEQUIB	287	288	289	290	
Beta-Wellen	AUSABS	291	292	293	294	4
	AUSREL	295	296	297	298	
	DOMFRQ	299	300	301	302	
	AEQUIB	303	304	305	306	
Ausprägungsquotient (ASQ)		307	308	309	310	B 2/3
Gesamtleistung (GESLSTG)		311	312	313	314	
Spur		1	2	3	4	

1. Untersuchungstag
3. Untersuchung

Tab. 6 D: Variablenliste für die EEG-Parameter

Spektren (Frequenzbereiche)	Parameter	Hirnregion (HR)				Band (B)
		FR	PZ	PT	OC	
Delta-Wellen	AUSABS	318	319	320	321	1
	AUSREL	322	323	324	325	
	DOMFRQ	326	327	328	329	
	AEQUIB	330	331	332	333	
Theta-Wellen	AUSABS	334	335	336	337	2
	AUSREL	338	339	340	341	
	DOMFRQ	342	343	344	345	
	AEQUIB	346	347	348	349	
Alpha-Wellen	AUSABS	350	351	352	353	3
	AUSREL	354	355	356	357	
	DOMFRQ	358	359	360	361	
	AEQUIB	362	363	364	365	
Beta-Wellen	AUSABS	366	367	368	369	4
	AUSREL	370	371	372	373	
	DOMFRQ	374	375	376	377	
	AEQUIB	378	379	380	381	
Ausprägungsquotient (ASQ)		382	383	384	385	B 2/3
Gesamtleistung (GESLSTG)		386	387	388	389	
Spur		1	2	3	4	

1. Untersuchungstag
4. Untersuchung

Tab. 6 E: Variablenliste für die EEG-Parameter

Spektren (Frequenzbereiche)	Parameter	Hirnregion (HR)				Band (B)
		FR	PZ	PT	OC	
Delta-Wellen	AUSABS	393	394	395	396	1
	AUSREL	397	398	399	400	
	DOMFRQ	401	402	403	404	
	AEQUIB	405	406	407	408	
Theta-Wellen	AUSABS	409	410	411	412	2
	AUSREL	413	414	415	416	
	DOMFRQ	417	418	419	420	
	AEQUIB	421	422	423	424	
Alpha-Wellen	AUSABS	425	426	427	428	3
	AUSREL	429	430	431	432	
	DOMFRQ	433	434	435	436	
	AEQUIB	437	438	439	440	
Beta-Wellen	AUSABS	441	442	443	444	4
	AUSREL	445	446	447	448	
	DOMFRQ	449	450	451	452	
	AEQUIB	453	454	455	456	
Ausprägungsquotient (ASQ)		457	458	459	460	B 2/3
Gesamtleistung (GESLSTG)		461	462	463	464	
Spur		1	2	3	4	

2. Untersuchungstag
1. Untersuchung

Tab. 6 F: Variablenliste für die EEG-Parameter

Spektren (Frequenzbereiche)	Parameter	Hirnregion (HR)				Band (B)
		FR	PZ	PT	OC	
Delta-Wellen	AUSABS	468	469	470	471	1
	AUSREL	472	473	474	475	
	DOMFRQ	476	477	478	479	
	AEQUIB	480	481	482	483	
Theta-Wellen	AUSABS	484	485	486	487	2
	AUSREL	488	489	490	491	
	DOMFRQ	492	493	494	495	
	AEQUIB	496	497	498	499	
Alpha-Wellen	AUSABS	500	501	502	503	3
	AUSREL	504	505	506	507	
	DOMFRQ	508	509	510	511	
	AEQUIB	512	513	514	515	
Beta-Wellen	AUSABS	516	517	518	519	4
	AUSREL	520	521	522	523	
	DOMFRQ	524	525	526	527	
	AEQUIB	528	529	530	531	
Ausprägungsquotient (ASQ)		532	533	534	535	B 2/3
Gesamtleistung (GESLSTG)		536	537	538	539	
Spur		1	2	3	4	

2. Untersuchungstag
2. Untersuchung

Tab. 6 G: Variablenliste für die EEG-Parameter

Spektren (Frequenzbereiche)	Parameter	Hirnregion (HR)				Band (B)
		FR	PZ	PT	OC	
Delta-Wellen	AUSABS	543	544	545	546	1
	AUSREL	547	548	549	550	
	DOMFRQ	551	552	553	554	
	AEQUIB	555	556	557	558	
Theta-Wellen	AUSABS	559	560	561	562	2
	AUSREL	563	564	565	566	
	DOMFRQ	567	568	569	570	
	AEQUIB	571	572	573	574	
Alpha-Wellen	AUSABS	575	576	577	578	3
	AUSREL	579	580	581	582	
	DOMFRQ	583	584	585	586	
	AEQUIB	587	588	589	590	
Beta-Wellen	AUSABS	591	592	593	594	4
	AUSREL	595	596	597	598	
	DOMFRQ	599	600	601	602	
	AEQUIB	603	604	605	606	
Ausprägungsquotient (ASQ)		607	608	609	610	B 2/3
Gesamtleistung (GESLSTG)		611	612	613	614	
Spur		1	2	3	4	

2. Untersuchungstag
3. Untersuchung

Tab. 6 H: Variablenliste für die EEG-Parameter

Spektren (Frequenzbereiche)	Parameter	Hirnregion (HR)				Band (B)
		FR	PZ	PT	OC	
Delta-Wellen	AUSABS	618	619	620	621	1
	AUSREL	622	623	624	625	
	DOMFRQ	626	627	628	629	
	AEQUIB	630	631	632	633	
Theta-Wellen	AUSABS	634	635	636	637	2
	AUSREL	638	639	640	641	
	DOMFRQ	642	643	644	645	
	AEQUIB	646	647	648	649	
Alpha-Wellen	AUSABS	650	651	652	653	3
	AUSREL	654	655	656	657	
	DOMFRQ	658	659	660	661	
	AEQUIB	662	663	664	665	
Beta-Wellen	AUSABS	666	667	668	669	4
	AUSREL	670	671	672	673	
	DOMFRQ	674	675	676	677	
	AEQUIB	678	679	680	681	
Ausprägungsquotient (ASQ)		682	683	684	685	B 2/3
Gesamtleistung (GESLSTG)		686	687	688	689	
Spur		1	2	3	4	

2. Untersuchungstag
4. Untersuchung

Tab. 6 I: Variablenliste für die EEG-Parameter

Spektren (Frequenzbereiche)	Parameter	Hirnregion (HR)				Band (B)
		FR	PZ	PT	OC	
Delta-Wellen	AUSABS	693	694	695	696	1
	AUSREL	697	698	699	700	
	DOMFRQ	701	702	703	704	
	AEQUIB	705	706	707	708	
Theta-Wellen	AUSABS	709	710	711	712	2
	AUSREL	713	714	715	716	
	DOMFRQ	717	718	719	720	
	AEQUIB	721	722	723	724	
Alpha-Wellen	AUSABS	725	726	727	728	3
	AUSREL	729	730	731	732	
	DOMFRQ	733	734	735	736	
	AEQUIB	737	738	739	740	
Beta-Wellen	AUSABS	741	742	743	744	4
	AUSREL	745	746	747	748	
	DOMFRQ	749	750	751	752	
	AEQUIB	753	754	755	756	
Ausprägungsquotient (ASQ)		757	758	759	760	B 2/3
Gesamtleistung (GESLSTG)		761	762	763	764	
Spur		1	2	3	4	

3. Untersuchungstag

1. Untersuchung

Tab. 6 J: Variablenliste für die EEG-Parameter

Spektren (Frequenzbereiche)	Parameter	Hirnregion (HR)				Band (B)
		FR	PZ	PT	OC	
Delta-Wellen	AUSABS	768	769	770	771	1
	AUSREL	772	773	774	775	
	DOMFRQ	776	777	778	779	
	AEQUIB	780	781	782	783	
Theta-Wellen	AUSABS	784	785	786	787	2
	AUSREL	788	789	790	791	
	DOMFRQ	792	793	794	795	
	AEQUIB	796	797	798	799	
Alpha-Wellen	AUSABS	800	801	802	803	3
	AUSREL	804	805	806	807	
	DOMFRQ	808	809	810	811	
	AEQUIB	812	813	814	815	
Beta-Wellen	AUSABS	816	817	818	819	4
	AUSREL	820	821	822	823	
	DOMFRQ	824	825	826	827	
	AEQUIB	828	829	830	831	
Ausprägungsquotient (ASQ)		832	833	834	835	B 2/3
Gesamtleistung (GESLSTG)		836	837	838	839	
Spur		1	2	3	4	

3. Untersuchungstag

2. Untersuchung

Tab. 6.2: Variablenliste für die EEG-Parameter

Spektren (Frequenz-bereiche)	Parameter	Hirnregion (HR)				Band (B)
		FR	PZ	PI	OC	
Delta-wellen	AUSABS	843	844	845	846	1
	AUSREL	847	848	849	850	
	DOMFRQ	851	852	853	854	
	AEQUIB	855	856	857	858	
Theta-wellen	AUSABS	859	860	861	862	2
	AUSREL	863	864	865	866	
	DOMFRQ	867	868	869	870	
	AEQUIB	871	872	873	874	
Alpha-wellen	AUSABS	875	876	877	878	3
	AUSREL	879	880	881	882	
	DOMFRQ	883	884	885	886	
	AEQUIB	887	888	889	890	
Beta-wellen	AUSABS	891	892	893	894	4
	AUSREL	895	896	897	898	
	DOMFRQ	899	900	901	902	
	AEQUIB	903	904	905	906	
Ausprägungsqualität (AUSQ)		907	908	909	910	B 2/3
Gesamtleistung (GESLEI)		911	912	913	914	
Spur		1	2	3	4	

1. Untersuchungstag
2. Untersuchung

Tab. 6.1: Variablenliste für die EEG-Parameter

Spektren (Frequenz-bereiche)	Parameter	Hirnregion (HR)				Band (B)
		FR	PZ	PI	OC	
Delta-wellen	AUSABS	918	919	920	921	1
	AUSREL	922	923	924	925	
	DOMFRQ	926	927	928	929	
	AEQUIB	930	931	932	933	
Theta-wellen	AUSABS	934	935	936	937	2
	AUSREL	938	939	940	941	
	DOMFRQ	942	943	944	945	
	AEQUIB	946	947	948	949	
Alpha-wellen	AUSABS	950	951	952	953	3
	AUSREL	954	955	956	957	
	DOMFRQ	958	959	960	961	
	AEQUIB	962	963	964	965	
Beta-wellen	AUSABS	966	967	968	969	4
	AUSREL	970	971	972	973	
	DOMFRQ	974	975	976	977	
	AEQUIB	978	979	980	981	
Ausprägungsqualität (AUSQ)		982	983	984	985	B 2/3
Gesamtleistung (GESLEI)		986	987	988	989	
Spur		1	2	3	4	

1. Untersuchungstag
2. Untersuchung

fc) Bezeichnung und Abkürzungen der Hirnregionen:

FR = die frontale Hirnregion (Computer-Spur 1);
PZ = die präzentrale Hirnregion (Computer-Spur 2);
PT = die parietale Hirnregion (Computer-Spur 3);
OC = die occipitale Hirnregion (Computer-Spur 4);

3. Kurze Hinweise auf die Eigenschaften des Computers

Es wurde mit einem Biosignalprozessor 16 (BIO 16), der eine Analyse des EEG sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich ermöglicht, gearbeitet, wobei ein Echtzeitbetrieb bei gleichzeitiger Verarbeitung von bis zu acht Kanälen möglich ist. Das kleinste, voll funktionsfähige Grundsystem besteht aus einer Grundeinheit BIO 16 und einem Bedienfernschreiber (Tele-Typer; TTY). Die Grundeinheit BIO 16 enthält sowohl den Prozessor als auch die prozeßnahe Anpaßelektronik. Die im BIO 16 als integrierter Bestandteil enthaltene prozeßnahe Koppelelektronik stellt das Bindeglied zwischen der analogen Signaleingabe und -ausgabe sowie dem digitalen Prozessorteil des Systems dar. Abbildung 3 zeigt diesen speziell für die Biosignalverarbeitung ausgelegten Teil des Gesamtsystems.

a) Signaleingang:

Über 16 Trennverstärker sowie 16 Tiefpaßfilter siebter Ordnung gelangen die analogen Eingangssignale auf einen 16-kanaligen analogen Multiplexer und Haltekreis. Die genannten Tiefpaßfilter verhindern die Entstehung von verfälschten Spiegelfrequenzen bei der Spektralanalyse; zur Verarbeitung des EEG wurde eine Eckfrequenz von 34 Hz gewählt; zur Analyse anderer Biosignale stehen Filter anderer Eckfrequenzen zur Verfügung. Die Tiefpaßfilter sind unter Programmkontrolle überbrückbar.
Auf den schnellen Multiplexer und Haltekreis folgt ein 10-Bit-Analog-Digital-Umsetzer, dessen Ausgangsinformation in einer programmgesteuerten digitalen Verstärkungsumschaltung auf ein relevantes 8-Bit-Datenwort zur weiteren Verarbeitung reduziert wird.

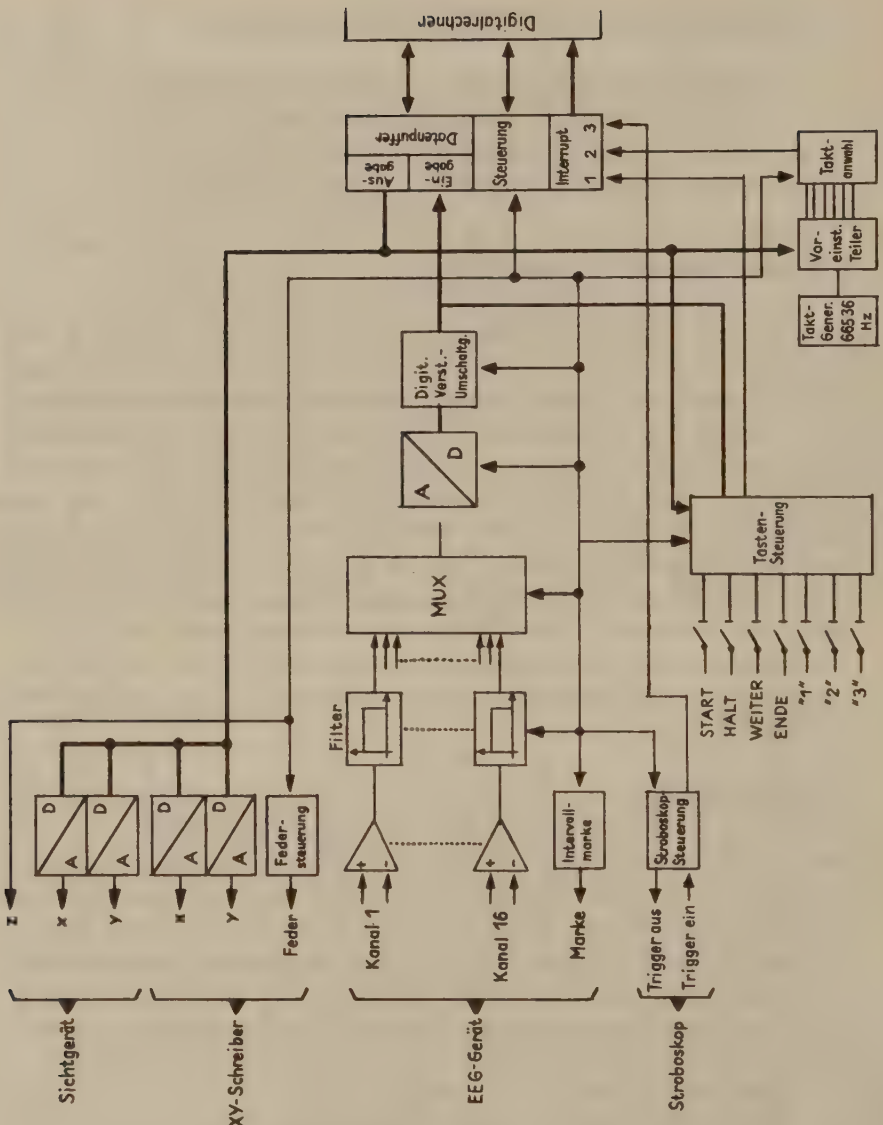


Abbildung 3: Blockschaltbild des BIO 16

b) Signalausgang:

Neben der digitalen Ausgangsinformation, die über den Bedienfernschreiber sowie über die digitalen Peripheriegeräte ausgegeben wird, stehen analoge Ausgangsgrößen über zwei doppelte Digital-Analog-Umsetzer zur Verfügung.

c) Steuergrößen:

Zur Steuerung der Aufnahme- und Reizgeräte sind Steuerausgänge vorgesehen, die einerseits den Prozessor beeinflussen, andererseits Kommandos an die externen Geräte abzugeben gestatten. Die Ablaufsteuerung der Analyse erfolgt über sieben Steuertasten, die über eine spezielle Elektronik die Abfolge der Analysenabschnitte zu beeinflussen ermöglicht.

Der Bedienfernschreiber (TTY) dient zur Abwicklung des Dialogverkehrs des Operateurs mit dem Prozessor sowie als Ausgabegerät für alphanumerische (digitale) Ergebnisse. Der Bedienfernschreiber enthält zudem einen mechanischen Lochstreifenleser/-stanzer, über den die Analysenprogramme beim Ausfallen des Computerlesers/-stanzers geladen werden können.

Näheres zum Computer und zum Aufbau des Computers ist in der Betriebsanleitung der Vertriebsfirma des BIO 16 für die Bundesrepublik Deutschland in Konstanz sowie bei Jovanović (1978) zu finden.

d) Die Signalverarbeitung durch den BIO 16 (Spektralanalyse des EEG

Voraussetzung für die Signalverarbeitung des EEG durch den Computer ist die korrekte Speicherung des EEG-Spektral-Analyse-Programms (ESAP). Das ESAP wurde von uns benutzt.

- ESAP erlaubt die Spektralanalyse von EEG-Ableitungen in Echtzeit (real-time-on-line-analysis), das die biologische Eichung der gesamten Anlage erlaubt. Die hierbei ermittelten Eichfak-

toren gehen automatisch in die Analyse ein und werden nach beendeter Auswertung auf dem Bedienfernschreiber ausgegeben. Eine gezielte, diskontinuierliche Auswertung ist möglich, wobei jedes auszuwertende Zeitsegment mittels einer Marke (Triggerimpuls) gestartet wird.
Übersteuerte Signale erkennt das Programm automatisch und verwirft das jeweils übersteuerte Segment einer Spur. Sind länger andauernde Übersteuerungen vorhanden, geht das Programm in eine Warteschleife und zeigt Alarm an.

Die vom EEG abgeleiteten Signale werden mit einer Abtästfrequenz von 64 Hz abgetastet und nach der unter (1) erwähnten Digitalisierung einer komplexen Fouriertransformation unterworfen. Als Ergebnis dieser numerischen Operation stehen die komplexen Fourierkoeffizienten für die nachfolgende Berechnung der Auto- und Kreuzspektren sowie der Kohärenzfunktion zweier Ableitungen zur Verfügung.
Ausführliche Darstellungen hierzu sind bei Blackman und Tukey (1958), Cooley und Tukey (1965), Nicholson (1971) sowie Welch (1961, 1969) zu finden.

Einer von Welch (1961, 1969) angegebenen Methode folgend, werden jeweils aufeinanderfolgende Abschnitte begrenzter Dauer transformiert und die für jeden Zeitabschnitt ermittelten Auto- bzw. Kreuzspektren einer fortlaufenden Mittelwertbildung unterworfen. Das Spektralanalysenprogramm des BIO 16 legt Segmente von vier Sekunden Dauer der Berechnung zugrunde und vermag aus acht beliebigen Kanälen die entsprechenden Autospektren sowie die aus vier Paarungen der Kanäle abgeleiteten Kreuzspektren zu errechnen.

Die Segmentierungsmethode nach Welch (1961, 1969) erlaubt die Analyse der Grundaktivität der beobachteten Prozesse unter der Voraussetzung, daß eine der Natur des beobachteten Prozesses adäquate Anzahl von Einzelsegmenten in die Mitteilung eingeht, da nur so die Variabilität des entstehenden Spektralschätzers eingeschränkt und ein stabiler Schätzer ermittelt werden kann.

4. Verlauf einer Tagesuntersuchungsserie

Alle erwähnten Prüfungen wurden viermal täglich vorgenommen:

a) morgens vor der Einnahme des Präparates (gegen 8 Uhr)
b) 1 1/2 Stunden nach der Präparaten-Gabe
c) 3 Stunden nach der Präparaten-Gabe
d) 6 - 7 Stunden nach der Präparaten-Gabe

Abgesehen von der Eignungsuntersuchung wurden alle Untersuchungen an drei aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführt.

5. Dosierung der angewandten Substanz

Die Vpn der Gruppe XQ (Verum-Gruppe) erhielten an drei aufeinanderfolgenden Tagen, jeweils nach der ersten Untersuchung gegen 8 Uhr, eine Kapsel mit 50 mg der chemischen Substanz (Befuralin).

Die Vpn der Gruppe YQ (Placebo-Gruppe) erhielten zu denselben Zeiten eine gleichaussehende Kapsel ohne Wirkstoff.

Die Verteilung der Kapseln auf die Vpn erfolgte nach einem doppel-blind Random-System, d. h. weder der Untersucher noch die Versuchsperson wußten vor Abschluß aller Untersuchungen wer das Pharmakum bzw. wer ein Placebo erhalten hatte.

6. Statistische Datenverarbeitung

Wir erstellten eine Variablenliste, die von 1 - 989 reicht und ordneten jeder Zahl eine Untersuchung zu. Nach der Variablenliste wurde in einer Voruntersuchung geprüft, ob in beiden Gruppen (Verum- und Placebo-) Normalverteilung vorlag. Da dies der Fall war, entschlossen wir uns bei dem Vergleich der Gruppen zum t-Test. Außerdem wurden Mittelwerte (XQ, YQ), Standardabweichung (S), der mittlere Fehler des Mittelwertes (MFM) und der Variationskoeffizient (VACO) bestimmt.

Zur Durchführung der Prüfung auf Normalverteilung und der Signifikanz (t-Test) verwendeten wir ein "Algol-Programm-System" nach Raab (1972) sowie eigene Programme, die u. a. nach Pfanzagl (1966) und Sachs (1970) erstellt wurden.
Bei den EEG's mußten wir uns für eine Hirnhälfte entscheiden, da die Kapazität des Computers andererseits überfordert gewesen wäre. Wir werteten die rechte aus, da diese entgegengesetzt der dominanten Hirnhemisphäre ist (die dominante ist mehr von außen beeinflußt).
Sämtliche Daten wurden auf Lochkarten übertragen und vom Computer (TR 440) des Rechenzentrums der Universität Würzburg statistisch verarbeitet.

II. RESULTATE

Gruppe XQ (Verum-Gruppe):

1. Blutdruck und Pulswerte (Tab. 7)

Der Blutdruck zeigte keine sehr großen Schwankungen, doch war auffällig, daß sich der systolische Wert kontinuierlich verringerte. Der Mittelwert lag bei der 1. Untersuchung am 1. Untersuchungstag bei 133 mm Hg und bei der 4. Untersuchung am 3. Tag bei 126 mm Hg. Für den diastolischen Wert lauten die Mittelwerte der entsprechenden Untersuchungen 88 bzw. 83 mm Hg. Bei den Pulsmessungen zeigten sich lediglich physiologische Schwankungen.

2. Somatische Erscheinungen nach subjektiven Angaben (Tab. 7 A)

Wie Tabelle 7 A zeigt, sind Angaben unter der Rubrik "keine Änderung" häufiger nach Gabe des Medikamentes aufgetreten als davor.

3. Determinationszeiten (Tab. 8)

Da die Geschwindigkeit des Determinationsgerätes von der 1. bis zur 4. Untersuchung jeweils um eine Stufe gesteigert wurde, las-

Tab. 7: Blutdruck und Puls (N = 25)

U.-Tag	RF	VAR	XQ	S	MFM	VACO
1.	I	90	133.00	14.577	2.916	0.110
		91	88.00	8.292	1.658	0.094
		92	88.32	11.940	2.388	0.135
	II	165	136.00	13.229	2.646	0.097
		166	86.00	10.308	2.062	0.120
		167	88.80	15.578	3.116	0.175
	III	240	133.60	11.504	2.301	0.086
		241	85.80	10.673	2.135	0.124
		242	90.56	13.705	2.741	0.151
	IV	315	132.20	12.339	2.468	0.093
		316	84.00	8.660	1.732	0.103
		317	84.96	10.085	2.017	0.119
2.	I	390	130.00	13.307	2.662	0.102
		391	85.20	8.837	1.767	0.104
		392	83.36	12.737	2.548	0.153
	II	465	128.60	11.860	2.372	0.092
		466	83.40	9.652	1.931	0.116
		467	89.76	14.746	2.949	0.164
	III	540	126.40	13.032	2.606	0.103
		541	81.00	10.897	2.179	0.135
		542	93.60	9.019	1.804	0.096
	IV	615	127.60	12.086	2.417	0.095
		616	84.20	8.860	1.772	0.105
		617	90.88	11.692	2.338	0.129
3.	I	690	127.80	11.464	2.293	0.090
		691	82.00	10.000	2.000	0.122
		692	88.80	13.803	2.762	0.156
	II	765	126.00	12.162	2.432	0.097
		766	81.40	9.188	1.838	0.113
		767	88.80	12.055	2.411	0.136
	III	840	125.40	12.410	2.482	0.099
		841	79.00	10.308	2.062	0.130
		842	90.56	12.748	2.550	0.141
	IV	915	126.00	12.500	2.500	0.099
		916	83.20	9.561	1.912	0.115
		917	86.72	11.531	2.306	0.133

Tab. 7 A: Somatische Untersuchungsergebnisse der Gruppe XQ (Verum-Gruppe)

Untersuchungstag	Reihenfolge der Untersuchungen	SUBJEKTIVE ANGABEN									
		Ermuntert			Ermüdet			Andere Zeichen			Keine Änderung
		+	++	+++	+	++	+++	+	++	+++	
1.	I.	13	1	-	7	-	-	-	-	-	4
	II.	4	-	-	4	-	-	3	-	-	15
	III.	5	-	-	6	-	-	2	-	-	12
	IV.	6	-	-	4	1	-	-	1	-	13
2.	I.	13	-	-	7	-	-	-	-	-	5
	II.	3	-	-	1	-	-	1	-	-	20
	III.	-	-	-	6	-	-	1	-	-	18
	IV.	3	-	-	3	2	-	1	-	-	16
3.	I.	10	-	-	9	1	-	-	1	-	4
	II.	4	-	-	3	1	-	-	-	-	17
	III.	4	-	-	3	-	-	-	-	-	18
	IV.	2	-	-	3	-	-	-	-	-	20

Tab. 8: Determinationszeiten (DZ) (N = 25)

RF	U.-Tag	VAR	XQ	S	MFM	VACO
I	1.	6	115.80	26.705	5.341	0.231
		7	35.36	19.902	3.980	0.563
		8	15.32	10.777	2.155	0.703
	2.	9	153.24	15.371	3.074	0.100
		10	7.12	9.117	1.823	1.280
		11	4.80	8.529	1.706	1.777
	3.	12	156.84	10.069	2.014	0.064
		13	4.68	5.721	1.144	1.222
		14	4.20	7.141	1.428	1.700
II	1.	15	122.24	27.844	5.569	0.228
		16	33.12	21.322	4.264	0.644
		17	10.96	17.971	3.594	1.640
	2.	18	146.52	20.656	4.131	0.141
		19	13.36	16.225	3.245	1.214
		20	5.32	8.952	1.791	1.683
	3.	21	152.32	14.358	2.872	0.094
		22	10.16	12.284	2.457	1.209
		23	2.64	5.552	1.110	2.103
III	1.	24	99.96	32.563	6.513	0.326
		25	53.32	27.066	5.413	0.508
		26	9.32	8.591	1.718	0.922
	2.	27	128.44	29.103	5.821	0.227
		28	27.96	22.536	4.507	0.806
		29	7.12	7.833	1.567	1.100
	3.	30	139.88	20.525	4.105	0.147
		31	21.00	18.435	3.687	0.878
		32	4.20	5.354	1.071	1.275
IV	1.	33	58.00	30.859	6.172	0.532
		34	83.36	23.713	4.743	0.284
		35	17.20	13.019	2.604	0.757
	2.	36	98.76	37.142	7.428	0.376
		37	53.24	29.634	5.927	0.557
		38	9.52	10.580	2.116	1.111
	3.	39	117.96	29.114	5.823	0.247
		40	38.88	25.029	5.006	0.644
		41	6.12	7.446	1.489	1.217

sen sich nur die einander entsprechenden Untersuchungen der drei Tage vergleichen. Hierbei konnte gefunden werden, daß sich die Anzahl der richtig beantworteten Reize vom 1. zum 2. und vom 2. zum 3. Untersuchungstag deutlich erhöhte, während die Zahl der verzögerten bzw. falsch beantworteten Reize abnahm. Dies traf für alle Geschwindigkeitsstufen zu.

4. Reaktionszeiten (Tab. 9)

Bei den Reaktionszeiten konnten nur bei den Mittelwerten der kombinierten Reize FF und FT Zeitverkürzungen deutlichen Ausmaßes festgestellt werden, diese aber bei allen 4 Untersuchungen an allen 3 Tagen. Es zeigten sich sogar bei den entsprechenden Untersuchungen von Tag zu Tag Reaktionszeitverkürzungen (s. Abb. 4).

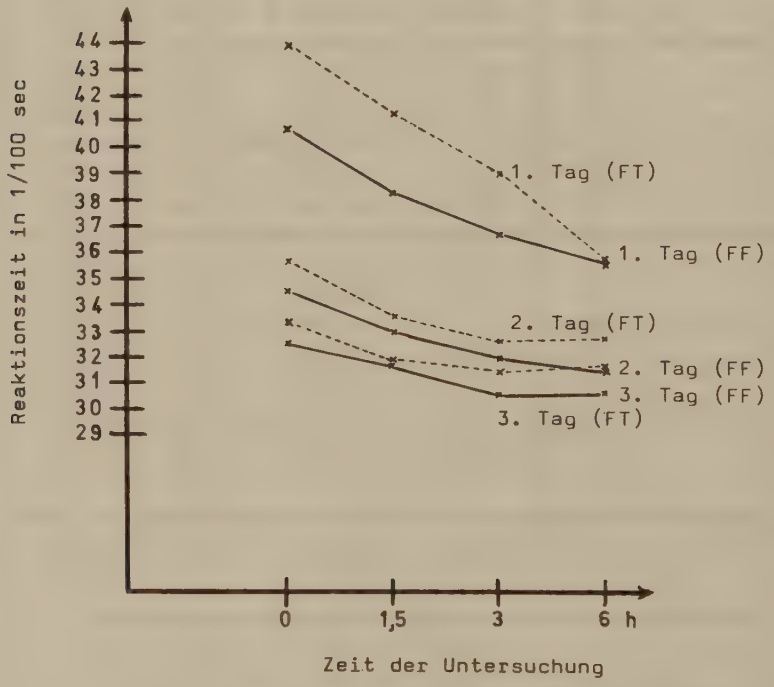


Abbildung 4: Reaktionszeitverkürzungen bei kombinierten Reizen, FF = Farbe/Farbe und FT = Farbe/Ton, N = 25

Tab. 9: Reaktionszeiten (RZ) (N = 25)

U.-Tag	U.-Art	VAR	XQ	S	MFM	VACO
1.	F	42	27.884	4.438	0.888	0.159
		43	28.914	4.305	0.861	0.149
		44	29.161	4.683	0.937	0.161
		45	27.680	4.061	0.812	0.147
	T	46	26.657	3.983	0.797	0.149
		47	27.690	4.505	0.901	0.163
		48	28.296	4.776	0.955	0.169
		49	26.324	4.085	0.817	0.155
	FF	50	40.685	7.096	1.419	0.174
		51	38.145	5.590	1.118	0.147
		52	36.733	6.310	1.262	0.172
		53	35.389	6.303	1.261	0.178
	FT	54	43.885	7.387	1.477	0.168
		55	41.137	6.896	1.379	0.168
		56	38.972	6.088	1.218	0.156
		57	35.483	6.093	1.219	0.172
2.	F	58	28.120	4.377	0.875	0.156
		59	27.883	4.779	0.956	0.171
		60	27.661	4.066	0.813	0.147
		61	27.567	4.264	0.853	0.155
	T	62	26.581	4.123	0.825	0.155
		63	25.811	3.368	0.674	0.130
		64	25.381	3.989	0.798	0.157
		65	25.121	3.580	0.716	0.143
	FF	66	34.420	6.866	1.373	0.199
		67	33.028	6.549	1.310	0.198
		68	31.988	6.559	1.312	0.205
		69	31.324	6.247	1.249	0.199
	FT	70	35.803	7.167	1.433	0.200
		71	33.508	6.998	1.400	0.209
		72	32.595	8.220	1.644	0.252
		73	32.781	6.792	1.358	0.207
3.	F	74	27.086	4.389	0.878	0.162
		75	27.896	4.100	0.820	0.147
		76	27.613	4.426	0.885	0.160
		77	26.697	4.297	0.859	0.161
	T	78	25.779	3.977	0.795	0.154
		79	25.959	4.230	0.846	0.163
		80	25.586	4.194	0.839	0.164
		81	25.161	3.484	0.697	0.138
	FF	82	32.628	6.835	1.367	0.209
		83	31.673	6.406	1.281	0.202
		84	30.564	6.717	1.343	0.220
		85	30.883	6.901	1.380	0.223
	FT	86	33.259	8.088	1.618	0.243
		87	31.879	7.705	1.541	0.242
		88	31.345	7.463	1.493	0.238
		89	31.639	7.841	1.568	0.248

5. Energie-Spektren (Power-Spektren) des Elektroencephalogramms

Erster Untersuchungstag (Tab. 10 - 13 A)

Die absolute Ausprägung der Delta-Wellen nahm von der ersten zur zweiten Untersuchung ab. Besonders ausgeprägt war die Abnahme von der ersten zur zweiten Untersuchung über den Hirnregionen frontal und präzentral. Von der zweiten zur dritten Untersuchung war wieder ein geringer Anstieg der absoluten Ausprägung festzustellen, der bei der vierten Untersuchung wieder etwas rückläufig war. Auf alle Fälle war die absolute Ausprägung bei der vierten Untersuchung gegenüber der ersten Untersuchung über allen Hirnregionen geringer. Die relative Ausprägung der Delta-Wellen verminderte sich von der ersten zur zweiten Untersuchung über allen Hirnregionen, stieg von der zweiten zur dritten Untersuchung über allen Regionen wieder an und zeigte bei der vierten Untersuchung wiederum eine leichte Abnahme (Ausnahme frontal). Die Werte parietal und occipital waren bei der ersten und der vierten Untersuchung praktisch die gleichen.
Die dominante Frequenz der Delta-Wellen stieg von der ersten bis zur dritten Untersuchung präzentral an und stabilisierte sich bei der vierten Untersuchung auf einem etwas niedrigeren Wert als bei der dritten Untersuchung, der jedoch noch deutlich über der dominanten Frequenz bei der ersten Untersuchung lag. Parietal und occipital war die Steigerung der dominanten Frequenz von der ersten zur zweiten Untersuchung zwar auch zu sehen, jedoch nicht so deutlich. Die dominante Frequenz sank dann parietal und occipital von der zweiten zur dritten Untersuchung wieder etwas, um schließlich die höchsten Werte bei der vierten Untersuchung zu erreichen.

Was die relative Ausprägung der Theta-Wellen betrifft, war frontal, präzentral und parietal eine Vermehrung der genannten Wellen von der ersten zur zweiten Untersuchung festzustellen, besonders deutlich parietal. Die Werte frontal und präzentral hielten sich dann bis zur vierten Untersuchung in etwa auf einem Niveau, während der Wert parietal von der zweiten zur dritten Untersuchung etwas abfiel und zur vierten Untersuchung leicht anstieg. Die relative Ausprägung der Theta-Wellen war bei der vierten Untersuchung gegenüber der ersten Untersuchung um durchschnittlich

Tab. 10: (1. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	93	25	0.102	0.066	0.013	0.640
	94	25	0.080	0.098	0.020	1.235
	95	25	0.043	0.021	0.004	0.485
	96	25	0.039	0.020	0.004	0.528
	97	24	38.556	12.502	2.552	0.324
	98	25	34.723	12.190	2.438	0.351
	99	25	28.966	9.986	1.997	0.345
	100	23	23.752	10.076	2.101	0.424
	101	25	0.790	0.336	0.067	0.425
	102	25	0.870	0.362	0.072	0.416
	103	25	0.800	0.298	0.060	0.372
	104	25	0.770	0.306	0.061	0.397
	105	25	1.205	0.345	0.069	0.286
	106	25	1.192	0.352	0.070	0.295
	107	25	1.380	0.376	0.075	0.272
	108	25	1.396	0.351	0.070	0.251
Theta-Wellen	109	25	0.030	0.016	0.003	0.547
	110	25	0.033	0.036	0.007	1.091
	111	25	0.023	0.011	0.002	0.466
	112	25	0.021	0.012	0.002	0.550
	113	24	12.435	5.095	1.040	0.410
	114	25	14.048	5.748	1.150	0.409
	115	25	13.819	4.948	0.990	0.358
	116	23	11.424	5.123	1.068	0.448
	117	25	4.730	1.533	0.307	0.324
	118	25	4.720	1.828	0.366	0.387
	119	25	4.940	1.825	0.365	0.369
	120	25	5.000	2.000	0.400	0.400
	121	25	2.262	0.539	0.108	0.238
	122	25	2.287	0.735	0.147	0.321
	123	25	2.313	0.705	0.141	0.305
	124	25	2.395	0.714	0.143	0.298
Alpha-Wellen	125	25	0.062	0.042	0.008	0.681
	126	25	0.053	0.036	0.007	0.688
	127	25	0.049	0.028	0.006	0.578
	128	25	0.096	0.098	0.020	1.023
	129	24	23.135	12.179	2.486	0.526
	130	25	24.624	11.327	2.266	0.460
	131	25	29.927	12.448	2.490	0.416
	132	23	41.695	17.781	3.708	0.426
	133	25	10.160	1.108	0.222	0.109
	134	25	10.140	1.150	0.230	0.113
	135	25	9.930	1.145	0.229	0.115
	136	25	10.290	1.101	0.220	0.107
	137	25	2.090	0.952	0.190	0.455
	138	25	2.172	0.910	0.182	0.419
	139	25	2.088	0.811	0.162	0.388
	140	25	1.915	0.799	0.160	0.417

Tab. 10 A: (1. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	141	24	0.049	0.055	0.011	1.124
	142	25	0.043	0.040	0.008	0.930
	143	25	0.038	0.028	0.006	0.739
	144	23	0.031	0.017	0.004	0.560
	145	24	18.215	11.165	2.279	0.613
	146	25	20.842	11.253	2.251	0.540
	147	25	23.162	10.267	2.053	0.443
	148	23	19.357	8.462	1.764	0.437
	149	24	14.052	1.523	0.311	0.108
	150	25	14.280	2.182	0.436	0.153
	151	25	14.500	2.374	0.475	0.164
	152	23	13.728	1.442	0.301	0.105
	153	24	7.274	3.197	0.653	0.440
	154	25	7.742	3.225	0.645	0.417
	155	25	6.779	3.351	0.670	0.494
	156	23	6.432	2.722	0.568	0.423
B 2/B 3	157	24	0.675	0.376	0.077	0.557
	158	25	0.703	0.419	0.084	0.597
	159	25	0.566	0.328	0.066	0.579
	160	23	0.374	0.287	0.060	0.766
Glstg.	161	24	0.264	0.124	0.025	0.472
	162	25	0.218	0.167	0.033	0.769
	163	25	0.155	0.061	0.012	0.395
	164	23	0.180	0.112	0.023	0.619

10 - 20 % in allen Hirnregionen vermehrt.
Die dominante Theta-Wellen-Frequenz erhöhte sich frontal, präzentral und parietal von der ersten zur zweiten Untersuchung (präzentral sogar um 0.5/sec), fiel dann in der dritten Untersuchung über allen Ableitungen unter die Ausgangswerte und stieg in der vierten Untersuchung mit Ausnahme des occipitalen Wertes etwas über die Ausgangswerte an.

Die absolute Ausprägung der Alpha-Wellen, die schon bei der ersten Untersuchung höher war als die absolute Ausprägung der meisten anderen Frequenzen, zeigte bei der zweiten Untersuchung frontal, präzentral und occipital nochmals eine Steigerung.
Bei der dritten Untersuchung war dies wieder rückläufig, während bei der vierten Untersuchung frontal und präzentral die höchsten

Tab. 11: (2. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	168	23	0.083	0.054	0.011	0.650
	169	23	0.047	0.018	0.004	0.372
	170	23	0.037	0.012	0.002	0.321
	171	23	0.033	0.010	0.002	0.309
	172	23	34.562	11.017	2.297	0.319
	173	23	28.791	9.954	2.076	0.346
	174	23	25.856	6.652	1.387	0.257
	175	23	21.747	10.087	2.103	0.464
	176	23	0.859	0.710	0.148	0.827
	177	23	1.130	0.593	0.124	0.524
	178	23	0.804	0.328	0.068	0.408
	179	23	0.870	0.310	0.065	0.356
	180	23	1.350	0.333	0.069	0.247
	181	23	1.486	0.351	0.073	0.236
	182	23	1.570	0.374	0.078	0.238
	183	23	1.490	0.333	0.069	0.223
Theta-Wellen	184	23	0.030	0.015	0.003	0.500
	185	23	0.027	0.012	0.002	0.435
	186	23	0.025	0.015	0.003	0.608
	187	23	0.021	0.015	0.003	0.726
	188	23	13.903	6.329	1.320	0.455
	189	23	15.680	4.942	1.030	0.315
	190	23	17.010	8.265	1.723	0.486
	191	23	10.994	6.827	1.423	0.621
	192	23	4.815	1.538	0.321	0.319
	193	23	5.228	1.581	0.330	0.302
	194	23	5.109	1.537	0.321	0.301
	195	23	4.620	2.156	0.449	0.467
	196	23	2.261	0.536	0.112	0.237
	197	23	2.474	0.638	0.133	0.258
	198	23	2.444	0.645	0.134	0.264
	199	23	2.069	0.881	0.184	0.426
Alpha-Wellen	200	23	0.063	0.039	0.008	0.625
	201	23	0.055	0.035	0.007	0.646
	202	23	0.047	0.029	0.006	0.627
	203	23	0.099	0.087	0.018	0.874
	204	23	26.375	12.932	2.697	0.490
	205	23	29.127	14.439	3.011	0.496
	206	23	30.109	13.408	2.796	0.445
	207	23	44.308	19.319	4.028	0.436
	208	23	9.967	1.332	0.278	0.134
	209	23	10.120	1.286	0.268	0.127
	210	23	10.185	1.282	0.267	0.126
	211	23	10.359	1.203	0.251	0.116
	212	23	2.003	0.802	0.167	0.400
	213	23	2.229	0.889	0.185	0.399
	214	23	2.269	0.812	0.169	0.358
	215	23	1.945	0.896	0.187	0.461

Tab. 11 A: (2. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	216	23	0.047	0.049	0.010	1.060
	217	23	0.046	0.063	0.013	1.361
	218	23	0.039	0.048	0.010	1.250
	219	23	0.032	0.022	0.004	0.669
	220	23	18.987	11.977	2.497	0.631
	221	23	22.437	13.750	2.867	0.613
	222	23	22.622	13.340	2.782	0.590
	223	23	18.563	9.898	2.064	0.533
	224	23	13.891	1.817	0.379	0.131
	225	23	14.315	2.367	0.494	0.165
	226	23	13.957	1.860	0.388	0.133
	227	23	13.587	1.623	0.338	0.119
	228	23	6.631	2.882	0.601	0.435
	229	23	6.813	2.952	0.616	0.433
	230	23	6.098	3.105	0.647	0.509
	231	23	5.424	2.762	0.576	0.509
B2/B3	232	23	0.681	0.459	0.096	0.675
	233	23	0.742	0.579	0.121	0.781
	234	23	1.020	2.094	0.437	2.052
	235	23	0.365	0.322	0.067	0.883
Glstg.	236	23	0.235	0.109	0.023	0.465
	237	23	0.180	0.083	0.017	0.465
	238	23	0.152	0.068	0.014	0.447
	239	23	0.188	0.102	0.021	0.540

Werte erreicht wurden. Occipital wurde ein wesentlich geringerer Wert gemessen als in den drei vorausgegangenen Untersuchungen.

Bei der relativen Ausprägung zeigte sich von der ersten zur zweiten Untersuchung eine Steigerung über allen Hirnregionen, von der zweiten zur dritten eine Minderung und von der dritten zur vierten Untersuchung wiederum eine Steigerung, wobei die Werte bei der letzten Untersuchung frontal und präzentral über den Ausgangswerten und die Werte parietal und occipital unter diesen lagen.

Die dominante Alpha-Wellen-Frequenz verringerte sich frontal von der ersten bis zur vierten Untersuchung, nur die dritte Untersuchung zeigte gegenüber der zweiten eine geringere Erhöhung, die Schwankungen waren aber nicht sehr groß. Präzentral war von

Tab. 12: (3. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	243	23	0.080	0.050	0.010	0.622
	244	23	0.064	0.050	0.010	0.783
	245	23	0.048	0.033	0.007	0.692
	246	23	0.041	0.028	0.006	0.696
	247	23	35.335	12.877	2.685	0.364
	248	23	32.297	13.010	2.713	0.403
	249	22	31.541	13.013	2.774	0.413
	250	23	25.298	10.881	2.269	0.430
	251	23	0.804	0.399	0.083	0.496
	252	23	1.152	0.578	0.120	0.501
	253	23	0.772	0.319	0.067	0.413
	254	23	0.848	0.343	0.072	0.405
	255	23	1.349	0.394	0.082	0.292
	256	23	1.473	0.334	0.070	0.227
	257	23	1.397	0.369	0.077	0.264
	258	23	1.432	0.371	0.077	0.259
Theta-Wellen	259	23	0.032	0.017	0.004	0.534
	260	23	0.032	0.019	0.004	0.600
	261	23	0.023	0.011	0.002	0.466
	262	23	0.020	0.010	0.002	0.500
	263	23	13.805	5.726	1.194	0.415
	264	23	15.706	6.246	1.302	0.398
	265	22	15.025	5.602	1.194	0.373
	266	23	12.550	6.428	1.340	0.512
	267	23	4.641	1.790	0.373	0.386
	268	23	4.630	1.750	0.365	0.378
	269	23	4.250	1.597	0.333	0.376
	270	23	4.652	1.898	0.396	0.408
	271	23	2.459	0.734	0.153	0.298
	272	23	2.395	0.734	0.153	0.306
	273	23	2.430	0.772	0.161	0.318
	274	23	2.292	0.678	0.141	0.296
Alpha-Wellen	275	23	0.061	0.043	0.009	0.713
	276	23	0.053	0.038	0.008	0.715
	277	23	0.041	0.028	0.006	0.678
	278	23	0.081	0.088	0.018	1.076
	279	23	25.978	14.022	2.924	0.540
	280	23	25.627	13.947	2.908	0.544
	281	22	26.767	13.578	2.895	0.507
	282	23	40.150	16.264	3.391	0.405
	283	23	10.076	1.271	0.265	0.126
	284	23	9.544	2.341	0.488	0.245
	285	23	9.641	2.334	0.487	0.242
	286	23	10.163	1.127	0.235	0.111
	287	23	2.082	0.639	0.133	0.307
	288	23	2.087	0.838	0.175	0.402
	289	23	2.187	0.863	0.180	0.395
	290	23	1.929	0.804	0.168	0.417

Tab. 12 A: (3. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	291	23	0.037	0.017	0.004	0.479
	292	23	0.037	0.023	0.005	0.621
	293	22	0.028	0.014	0.003	0.497
	294	23	0.028	0.016	0.003	0.561
	295	23	18.026	8.750	1.824	0.485
	296	23	21.203	11.068	2.308	0.522
	297	22	18.880	9.667	2.061	0.512
	298	23	18.094	9.737	2.030	0.538
	299	23	15.348	3.896	0.812	0.254
	300	23	15.228	3.688	0.769	0.242
	301	22	14.386	4.793	1.022	0.333
	302	23	13.446	1.213	0.253	0.090
	303	23	7.777	2.760	0.576	0.355
	304	23	7.792	3.001	0.626	0.385
	305	22	6.508	3.193	0.681	0.491
	306	23	5.794	2.619	0.546	0.452
B2/B3	307	23	0.702	0.444	0.093	0.632
	308	23	0.785	0.458	0.096	0.584
	309	22	0.733	0.436	0.093	0.595
	310	23	0.430	0.366	0.076	0.850
Glstg.	311	23	0.210	0.034	0.017	0.398
	312	23	0.195	0.086	0.018	0.439
	313	22	0.146	0.059	0.013	0.406
	314	23	0.174	0.115	0.024	0.657

der ersten zur zweiten Untersuchung keine Änderung zu bemerken, doch von der zweiten zur dritten Untersuchung eine Abnahme um 0.58 /sec. Die Frequenz stieg dann in der vierten Untersuchung präzentral wieder um 0.36 /sec an, blieb aber unter dem Ausgangswert.
Die Alpha-Wellen-Frequenz parietal stieg dagegen von der ersten zur zweiten Untersuchung um 0.25 /sec an, fiel in der dritten Untersuchung um 0.54 /sec ab und sank in der vierten Untersuchung nochmals um 0.16 /sec. Occipital waren die Schwankungen ebenso wie frontal gering.

Die absolute Ausprägung der Beta-Wellen sank frontal von der ersten bis zur dritten Untersuchung, sie stieg in der vierten Untersuchung wieder etwas an. Präzentral, parietal und occipital

Tab. 13: (4. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	318	22	0.082	0.052	0.011	0.630
	319	22	0.051	0.026	0.006	0.507
	320	22	0.040	0.024	0.005	0.588
	321	22	0.031	0.016	0.003	0.505
	322	22	36.234	9.793	2.088	0.270
	323	22	31.755	10.470	2.232	0.330
	324	22	28.974	9.857	2.102	0.340
	325	22	23.766	9.781	2.085	0.412
	326	22	0.716	0.348	0.074	0.486
	327	22	1.091	0.610	0.130	0.559
	328	22	0.989	0.643	0.137	0.650
	329	22	0.932	0.563	0.120	0.604
	330	22	1.501	0.349	0.074	0.233
	331	22	1.474	0.431	0.092	0.293
	332	22	1.507	0.349	0.074	0.232
	333	22	1.435	0.307	0.066	0.214
Theta-Wellen	334	22	0.033	0.024	0.005	0.717
	335	22	0.028	0.015	0.003	0.532
	336	22	0.024	0.014	0.003	0.568
	337	22	0.018	0.011	0.002	0.603
	338	22	14.621	5.292	1.128	0.362
	339	22	15.661	3.772	0.804	0.241
	340	22	16.821	3.588	0.765	0.213
	341	22	12.373	6.066	1.293	0.490
	342	22	4.825	1.382	0.295	0.299
	343	22	4.909	1.507	0.321	0.307
	344	22	5.057	1.502	0.320	0.297
	345	22	4.625	1.739	0.371	0.376
	346	22	2.231	0.599	0.128	0.269
	347	22	2.417	0.639	0.136	0.264
	348	22	2.436	0.646	0.138	0.265
	349	22	2.337	0.756	0.161	0.324
Alpha-Wellen	350	22	0.070	0.077	0.016	1.111
	351	22	0.060	0.065	0.014	1.071
	352	22	0.047	0.041	0.009	0.875
	353	22	0.069	0.060	0.013	0.861
	354	22	25.620	13.332	2.842	0.520
	355	22	28.690	15.638	3.334	0.545
	356	22	28.871	14.323	3.054	0.496
	357	22	40.828	18.294	3.900	0.448
	358	22	9.875	1.476	0.315	0.149
	359	22	9.909	1.233	0.263	0.124
	360	22	9.477	2.464	0.525	0.260
	361	22	10.205	1.146	0.244	0.112
	362	22	2.238	0.932	0.199	0.417
	363	22	2.365	0.980	0.209	0.414
	364	22	2.274	1.116	0.238	0.491
	365	22	2.004	0.833	0.178	0.416

Tab. 13 A: (4. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	366	22	0.038	0.020	0.004	0.528
	367	22	0.034	0.020	0.004	0.591
	368	22	0.029	0.017	0.004	0.590
	369	22	0.027	0.018	0.004	0.639
	370	22	18.221	8.250	1.759	0.453
	371	22	20.210	7.612	1.623	0.377
	372	22	20.926	10.127	2.159	0.484
	373	22	19.547	8.891	1.896	0.455
	374	22	14.045	2.084	0.444	0.148
	375	22	13.989	2.297	0.490	0.164
	376	22	14.841	5.474	1.167	0.369
	377	22	14.545	2.924	0.623	0.201
	378	22	7.676	2.979	0.635	0.388
	379	22	7.476	2.283	0.487	0.305
	380	22	6.546	3.194	0.681	0.488
	381	22	6.122	3.408	0.727	0.557
B 2/B 3	382	22	0.770	0.519	0.111	0.674
	383	22	0.745	0.418	0.089	0.561
	384	22	0.775	0.496	0.106	0.640
	385	22	0.445	0.379	0.081	0.853
Glstg.	386	22	0.235	0.156	0.033	0.666
	387	22	0.178	0.105	0.022	0.592
	388	22	0.142	0.081	0.017	0.568
	389	22	0.151	0.072	0.015	0.474

stieg die Ausprägung der Beta-Wellen von der ersten zur zweiten Untersuchung, fiel dann in der dritten Untersuchung stark ab und verringerte sich mit Ausnahme der parietalen Ableitung in der vierten Untersuchung nochmals. Insgesamt lag die absolute Ausprägung der Beta-Wellen bei der vierten Untersuchung deutlich unter den Ausgangswerten und das über allen Hirnregionen.
Die relative Ausprägung der Beta-Wellen war bei der zweiten Untersuchung frontal und präzentral höher, parietal und occipital niedriger als bei der ersten Untersuchung. Die dritte Untersuchung zeigte gegenüber der zweiten eine Verringerung aller Werte. Frontal, parietal und occipital stiegen die Werte in der vierten Untersuchung wieder etwas an, fielen dagegen präzentral noch weiter ab.
Bei der dominanten Beta-Wellen-Frequenz konnte über allen Hirn-

regionen, außer präzentral, eine Verminderung von der ersten Untersuchung zur zweiten Untersuchung bemerkt werden. Die dritte Untersuchung ließ wieder einen Anstieg der mittleren dominanten Beta-Wellen-Frequenz frontal, präzentral und parietal erkennen. Die vierte Untersuchung zeigte im Vergleich zur dritten Untersuchung frontal und präzentral deutliche Verminderungen der mittleren dominanten Beta-Wellen-Frequenz, parietal und occipital dagegen deutliche Erhöhungen.

Der Ausprägungsquotient (ASQ) nahm von der ersten zur zweiten Untersuchung frontal, präzentral und parietal zu, occipital ab. Im Vergleich der dritten zur zweiten Untersuchung nahm der ASQ frontal, präzentral und occipital zu, parietal ab. Beim Vergleich der vierten zur dritten Untersuchung zeigte sich eine Zunahme des ASQ frontal, parietal und occipital, präzentral eine Abnahme. Über allen Hirnregionen war bei der vierten Untersuchung der ASQ größer als bei der ersten Untersuchung, die Gesamtleistung war dagegen bei der vierten Untersuchung kleiner.

Zweiter Untersuchungstag (Tab. 14 - 17 A)

Die absolute Ausprägung der Delta-Wellen nahm von der ersten zur dritten Untersuchung über allen Hirnregionen ab, nur präzentral kam es von der ersten zur zweiten Untersuchung zu einem leichten Anstieg. Von der dritten zur vierten Untersuchung kam es wieder zu einer Erhöhung der absoluten Ausprägung, die aber nur präzentral und parietal Werte zeigte, die über denen der ersten Untersuchung lagen.
Die relative Ausprägung der Delta-Wellen ging von der ersten Untersuchung an zurück und erreichte in der dritten Untersuchung die niedrigsten Werte über allen Hirnregionen. Die vierte Untersuchung zeigte wieder höhere Werte als die dritte, aber nur parietal und occipital wurden höhere Ausprägungsgrade gegenüber der ersten Untersuchung erreicht.
Die dominante Frequenz der Delta-Wellen war bei der zweiten Untersuchung deutlich höher als in der ersten (präzentral, parietal und occipital). Von der zweiten zur dritten Untersuchung konnte präzentral und occipital eine Senkung der dominanten Delta-Frequenz, frontal und parietal dagegen eine Anhebung beobach-

Tab. 14: (1. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	393	23	0.095	0.066	0.014	0.696
	394	23	0.053	0.041	0.008	0.774
	395	23	0.047	0.042	0.009	0.889
	396	23	0.046	0.037	0.008	0.801
	397	23	39.167	13.146	2.741	0.336
	398	23	31.294	13.003	2.711	0.416
	399	23	30.838	14.671	3.059	0.476
	400	23	26.782	14.687	3.063	0.548
	401	23	0.761	0.315	0.066	0.414
	402	23	0.750	0.320	0.067	0.427
	403	23	0.761	0.349	0.073	0.459
	404	23	0.837	0.366	0.076	0.438
	405	23	1.269	0.281	0.059	0.222
	406	23	1.354	0.315	0.066	0.233
	407	23	1.412	0.342	0.071	0.242
	408	23	1.286	0.343	0.071	0.266
Theta-Wellen	409	23	0.027	0.011	0.002	0.425
	410	23	0.023	0.010	0.002	0.418
	411	23	0.020	0.009	0.002	0.477
	412	23	0.019	0.010	0.002	0.521
	413	23	12.275	4.098	0.855	0.334
	414	23	15.096	4.940	1.030	0.327
	415	23	14.247	4.707	0.982	0.330
	416	23	10.711	4.422	0.922	0.413
	417	23	5.326	1.647	0.343	0.309
	418	23	4.946	1.563	0.326	0.316
	419	23	4.696	1.624	0.339	0.346
	420	23	4.772	1.690	0.352	0.354
	421	23	2.504	0.520	0.108	0.208
	422	23	2.511	0.476	0.099	0.190
	423	23	2.297	0.482	0.100	0.210
	424	23	2.379	0.438	0.091	0.184
Alpha-Wellen	425	23	0.059	0.051	0.011	0.872
	426	23	0.051	0.048	0.010	0.948
	427	23	0.047	0.037	0.008	0.787
	428	23	0.094	0.104	0.022	1.107
	429	23	24.003	14.535	3.031	0.606
	430	23	27.918	14.910	3.109	0.534
	431	23	29.004	15.845	3.304	0.546
	432	23	40.983	19.952	4.160	0.487
	433	23	9.989	0.958	0.200	0.096
	434	23	10.000	0.853	0.178	0.085
	435	23	10.141	1.047	0.218	0.103
	436	23	10.315	0.896	0.187	0.087
	437	23	2.318	0.962	0.201	0.415
	438	23	2.470	0.962	0.201	0.390
	439	23	2.309	0.799	0.167	0.346
	440	23	1.919	0.783	0.163	0.408

Tab. 14 A: (1. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	441	23	0.032	0.012	0.003	0.386
	442	23	0.029	0.011	0.002	0.397
	443	23	0.026	0.011	0.002	0.437
	444	23	0.027	0.016	0.003	0.574
	445	23	16.175	6.912	1.441	0.427
	446	23	20.174	8.635	1.801	0.428
	447	23	20.316	9.714	2.026	0.478
	448	23	17.807	11.356	2.368	0.638
	449	23	14.304	2.367	0.494	0.165
	450	23	15.359	2.908	0.606	0.189
	451	23	15.554	4.302	0.897	0.277
	452	23	13.978	2.278	0.475	0.163
	453	23	7.653	3.211	0.669	0.420
	454	23	7.673	3.117	0.650	0.406
	455	23	7.837	2.910	0.607	0.371
	456	23	5.547	2.679	0.559	0.483
Glstg. B2 / B3	457	23	0.713	0.410	0.085	0.575
	458	23	0.701	0.369	0.077	0.527
	459	23	0.668	0.412	0.086	0.617
	460	23	0.359	0.268	0.056	0.748
	461	23	0.233	0.113	0.024	0.484
	462	23	0.167	0.077	0.016	0.461
	463	23	0.148	0.062	0.013	0.417
	464	23	0.190	0.127	0.026	0.668

tet werden. Frontal kam es bei der vierten Untersuchung wieder zu einer Abnahme der Delta-Wellen-Frequenz, wogegen die anderen Ableitungen wieder etwas höhere Frequenz (parietal und occipital) bzw. unveränderte Frequenz (präzentral) zeigten. Die dominante Delta-Wellen-Frequenz war bei der vierten Untersuchung präzentral und parietal höher, frontal und occipital niedriger als in der ersten Untersuchung.

Die absolute Ausprägung der Theta-Wellen nahm von der ersten zur vierten Untersuchung zu. Dies traf für die frontalen, präzentralen und parietalen Ableitungen zu. Occipital war von der ersten zur zweiten Untersuchung ein leichter Abfall, aber dann eine kontinuierliche Steigerung zu sehen, so daß bei der vierten Untersuchung über allen Ableitungen höhere Werte zu beobachten waren als die Ausgangswerte.

Tab. 15: (2. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	468	23	0.081	0.049	0.010	0.606
	469	23	0.054	0.045	0.009	0.831
	470	22	0.043	0.041	0.009	0.967
	471	22	0.041	0.040	0.008	0.969
	472	23	36.863	10.881	2.269	0.295
	473	23	30.937	11.611	2.421	0.375
	474	22	29.355	11.527	2.458	0.393
	475	22	24.206	13.702	2.921	0.566
	476	23	0.696	0.319	0.067	0.459
	477	23	0.891	0.521	0.109	0.585
	478	22	0.807	0.369	0.079	0.458
	479	22	0.943	0.728	0.155	0.771
	480	23	1.223	0.236	0.049	0.193
	481	23	1.423	0.312	0.065	0.219
	482	22	1.433	0.328	0.070	0.229
	483	22	1.410	0.408	0.087	0.290
Theta-Wellen	484	23	0.028	0.011	0.002	0.390
	485	23	0.026	0.012	0.002	0.459
	486	22	0.021	0.008	0.002	0.362
	487	22	0.018	0.010	0.002	0.549
	488	23	13.198	3.873	0.807	0.293
	489	23	15.813	4.836	1.008	0.306
	490	22	15.819	4.584	0.977	0.290
	491	22	10.977	4.822	1.028	0.439
	492	23	4.641	1.616	0.337	0.348
	493	23	5.196	1.624	0.339	0.312
	494	22	5.080	1.710	0.365	0.337
	495	22	4.784	1.889	0.403	0.395
	496	23	2.458	0.521	0.109	0.212
	497	23	2.494	0.626	0.131	0.251
	498	22	2.498	0.650	0.139	0.260
	499	22	2.298	0.778	0.166	0.338
Alpha-Wellen	500	23	0.060	0.040	0.008	0.672
	501	23	0.052	0.036	0.007	0.686
	502	22	0.041	0.027	0.006	0.656
	503	22	0.081	0.070	0.015	0.864
	504	23	26.158	13.962	2.112	0.534
	505	23	29.057	15.963	3.329	0.549
	506	22	29.163	14.170	3.021	0.486
	507	22	41.075	21.065	4.491	0.513
	508	23	9.674	1.307	0.272	0.135
	509	23	9.370	1.170	0.244	0.125
	510	22	9.989	1.216	0.259	0.122
	511	22	9.818	2.418	0.516	0.246
	512	23	2.244	0.928	0.194	0.414
	513	23	2.398	0.934	0.195	0.389
	514	22	2.432	0.862	0.184	0.354
	515	22	1.701	0.804	0.171	0.473

Tab. 15 A: (2. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	516	23	0.033	0.013	0.003	0.381
	517	23	0.031	0.015	0.003	0.485
	518	22	0.027	0.012	0.003	0.455
	519	22	0.027	0.015	0.003	0.544
	520	23	17.087	7.166	1.494	0.419
	521	23	20.518	9.249	1.929	0.451
	522	22	20.905	8.859	1.889	0.424
	523	22	17.652	9.045	1.928	0.512
	524	23	14.109	1.957	0.408	0.139
	525	23	14.500	2.207	0.460	0.152
	526	22	13.909	1.065	0.227	0.077
	527	22	13.659	1.657	0.351	0.121
	528	23	7.829	2.563	0.534	0.327
	529	23	7.457	2.640	0.550	0.354
	530	22	6.469	2.715	0.579	0.420
	531	22	5.912	2.584	0.551	0.437
B 2/B 3	532	23	0.710	0.503	0.105	0.709
	533	23	0.781	0.554	0.116	0.710
	534	22	0.693	0.392	0.083	0.565
	535	22	0.383	0.280	0.060	0.730
Glstg.	536	23	0.216	0.078	0.016	0.362
	537	23	0.170	0.066	0.014	0.387
	538	22	0.138	0.061	0.013	0.443
	539	22	0.170	0.085	0.018	0.500

Die relative Ausprägung der Theta-Wellen steigerte sich über allen Hirnregionen von der ersten bis zur vierten Untersuchung, nur parietal war von der dritten zur vierten Untersuchung eine leichte Verminderung festzustellen.
Die dominante Theta-Wellen-Frequenz zeigte frontal die stärksten Schwankungen. Sie verminderte sich von der ersten zur zweiten Untersuchung um 0.68 /sec, während die anderen Hirnregionen Steigerungen zeigten. Von der zweiten zur dritten Untersuchung stieg frontal die Frequenz wieder um 0.76 /sec an. Auch präzentral und parietal waren weitere Erhöhungen festzustellen, nur occipital eine Verringerung. Die vierte Untersuchung brachte frontal, präzentral und parietal geringe Verminderungen der dominanten Theta-Frequenz, occipital eine Erhöhung. Im Vergleich zur ersten Untersuchung war die Frequenz nur fron-

Tab. 16: (3. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	543	23	0.072	0.040	0.008	0.557
	544	23	0.047	0.024	0.005	0.519
	545	23	0.035	0.019	0.004	0.554
	546	23	0.034	0.018	0.004	0.539
	547	23	32.386	9.996	2.084	0.309
	548	23	29.314	9.457	1.972	0.323
	549	23	24.946	7.487	1.561	0.300
	550	23	22.845	8.983	1.873	0.393
	551	23	0.793	0.526	0.110	0.663
	552	23	0.793	0.317	0.066	0.399
	553	23	0.880	0.426	0.089	0.483
	554	23	0.783	0.435	0.091	0.556
	555	23	1.245	0.341	0.071	0.274
	556	23	1.430	0.412	0.086	0.288
	557	23	1.500	0.371	0.077	0.247
	558	23	1.330	0.386	0.080	0.290
Theta-Wellen	559	23	0.029	0.014	0.003	0.485
	560	23	0.027	0.013	0.003	0.477
	561	23	0.025	0.012	0.003	0.476
	562	23	0.019	0.013	0.003	0.690
	563	23	13.952	3.973	0.828	0.285
	564	23	16.407	4.301	0.897	0.262
	565	23	17.741	6.876	1.434	0.388
	566	23	11.480	6.157	1.284	0.536
	567	23	5.402	1.623	0.338	0.300
	568	23	5.402	1.501	0.313	0.278
	569	23	5.435	1.529	0.319	0.281
	570	23	4.294	1.945	0.406	0.453
	571	23	2.543	0.653	0.136	0.257
	572	23	2.527	0.496	0.103	0.196
	573	23	2.509	0.554	0.115	0.221
	574	23	2.324	0.845	0.176	0.364
Alpha-Wellen	575	23	0.064	0.051	0.011	0.799
	576	23	0.055	0.043	0.009	0.780
	577	23	0.049	0.033	0.007	0.672
	578	23	0.081	0.071	0.015	0.884
	579	23	26.269	13.008	2.712	0.495
	580	23	29.476	13.968	2.912	0.474
	581	23	30.753	12.645	2.637	0.411
	582	23	42.352	18.386	3.834	0.434
	583	23	9.446	1.357	0.283	0.144
	584	23	9.446	1.266	0.264	0.134
	585	23	9.576	1.289	0.269	0.135
	586	23	9.739	2.320	0.484	0.238
	587	23	2.243	0.904	0.188	0.403
	588	23	2.324	0.908	0.189	0.391
	589	23	2.339	0.772	0.161	0.330
	590	23	1.873	0.980	0.204	0.523

Tab. 16 A: (3. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	591	23	0.051	0.075	0.016	1.470
	592	23	0.033	0.015	0.003	0.446
	593	23	0.036	0.044	0.009	1.216
	594	23	0.026	0.012	0.002	0.459
	595	23	21.001	14.201	2.961	0.676
	596	23	21.317	8.957	1.868	0.420
	597	23	22.300	12.171	2.538	0.546
	598	23	18.053	8.626	1.800	0.478
	599	23	14.457	2.416	0.504	0.167
	600	23	14.424	2.129	0.444	0.148
	601	23	13.859	1.539	0.321	0.111
	602	23	13.859	1.755	0.366	0.127
	603	23	7.150	2.679	0.559	0.375
	604	23	7.374	2.249	0.469	0.305
	605	23	6.306	2.765	0.577	0.439
	606	23	6.044	2.215	0.462	0.366
Glstg. B2/B3	607	23	0.689	0.418	0.087	0.607
	608	23	0.717	0.435	0.091	0.607
	609	23	0.726	0.490	0.102	0.675
	610	23	0.390	0.305	0.064	0.782
	611	23	0.230	0.123	0.026	0.536
	612	23	0.170	0.080	0.017	0.469
	613	23	0.150	0.082	0.017	0.542
	614	23	0.164	0.097	0.020	0.593

tal etwas niedriger, die anderen Hirnregionen hatten Steigerungen aufzuweisen.

Bei der absoluten Ausprägung der Alpha-Wellen-Anteile zeigte sich frontal und präzentral von der ersten zur dritten Untersuchung eine kontinuierliche Zunahme und in der vierten Untersuchung eine geringe Abnahme, d. h. eine den Ausgangswerten ähnliche Ausprägung. Parietal und occipital nahm die absolute Ausprägung von der ersten zur zweiten Untersuchung ab. Parietal zeigte sich von der zweiten zur dritten Untersuchung wieder eine Zunahme, von der dritten zur vierten Untersuchung abermals eine Abnahme. Occipital war die absolute Ausprägung der Alpha-Wellen in der zweiten und dritten Untersuchung gleich hoch, in der vierten Untersuchung war wieder eine Steigerung zu bemerken,

Tab. 17: (4. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	618	23	0.077	0.044	0.009	0.568
	619	23	0.054	0.033	0.007	0.605
	620	23	0.051	0.033	0.007	0.653
	621	23	0.043	0.028	0.006	0.646
	622	23	35.777	10.719	2.235	0.300
	623	23	31.098	10.535	2.197	0.339
	624	23	32.750	13.079	2.727	0.399
	625	23	27.092	13.225	2.758	0.488
	626	23	0.697	0.261	0.054	0.375
	627	23	0.793	0.389	0.081	0.490
	628	23	0.891	0.445	0.093	0.499
	629	23	0.815	0.339	0.071	0.416
	630	23	1.307	0.375	0.078	0.287
	631	23	1.446	0.388	0.081	0.268
	632	23	1.406	0.414	0.086	0.294
	633	23	1.365	0.401	0.084	0.294
Theta-Wellen	634	23	0.030	0.017	0.004	0.560
	635	23	0.030	0.017	0.003	0.563
	636	23	0.027	0.017	0.003	0.617
	637	23	0.020	0.010	0.002	0.500
	638	23	14.612	4.719	0.984	0.323
	639	23	16.673	4.461	0.930	0.268
	640	23	15.949	4.868	1.015	0.305
	641	23	11.989	5.929	1.236	0.495
	642	23	5.174	1.547	0.323	0.299
	643	23	5.337	1.589	0.331	0.298
	644	23	5.261	1.478	0.308	0.281
	645	23	4.815	1.946	0.406	0.404
	646	23	2.370	0.475	0.099	0.200
	647	23	2.376	0.486	0.101	0.205
	648	23	2.396	0.459	0.096	0.192
	649	23	2.167	0.687	0.143	0.317
Alpha-Wellen	650	23	0.058	0.047	0.010	0.801
	651	23	0.049	0.044	0.009	0.895
	652	23	0.046	0.044	0.009	0.956
	653	23	0.088	0.101	0.021	1.147
	654	23	24.907	11.772	2.455	0.473
	655	23	26.083	12.647	2.637	0.485
	656	23	26.374	13.692	2.855	0.519
	657	23	38.057	19.150	3.993	0.503
	658	23	9.696	1.369	0.286	0.141
	659	23	10.065	1.392	0.290	0.138
	660	23	9.891	1.245	0.260	0.126
	661	23	9.783	2.409	0.502	0.246
	662	23	2.053	0.715	0.149	0.348
	663	23	2.253	0.797	0.166	0.354
	664	23	2.413	0.802	0.167	0.333
	665	23	1.951	0.935	0.195	0.479

Tab. 17 A: (4. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	666	23	0.036	0.017	0.004	0.478
	667	23	0.034	0.020	0.004	0.574
	668	23	0.030	0.018	0.004	0.607
	669	23	0.031	0.022	0.005	0.710
	670	23	18.201	7.339	1.530	0.403
	671	23	20.926	9.248	1.928	0.442
	672	23	20.698	9.201	1.919	0.445
	673	23	18.660	9.489	1.979	0.509
	674	23	13.772	1.663	0.347	0.121
	675	23	14.141	1.990	0.415	0.141
	676	23	13.587	1.120	0.233	0.082
	677	23	14.554	3.009	0.628	0.207
	678	23	7.099	2.711	0.565	0.382
	679	23	7.255	2.696	0.562	0.372
	680	23	6.172	2.692	0.561	0.436
	681	23	5.723	2.732	0.570	0.477
Glstg. B2 / B3	682	23	0.740	0.439	0.092	0.594
	683	23	0.825	0.488	0.102	0.592
	684	23	0.745	0.378	0.079	0.507
	685	23	0.472	0.443	0.092	0.939
	686	23	0.213	0.101	0.021	0.475
	687	23	0.176	0.089	0.019	0.504
	688	23	0.160	0.091	0.019	0.569
	689	23	0.185	0.115	0.024	0.622

die aber unter dem Wert der ersten Untersuchung lag.
Die relative Ausprägung der Alpha-Wellen stieg von der ersten zur dritten Untersuchung über allen Hirnregionen an. Von der dritten zur vierten Untersuchung sank sie über allen Regionen ab, es wurden - mit Ausnahme des frontalen Wertes - sogar niedrigere als die Ausgangswerte gemessen. Im Vergleich zur ersten Untersuchung nahm die dominante Alpha-Wellen-Frequenz in der zweiten Untersuchung über allen Hirnregionen ab. Besonders deutlich waren die Veränderungen präzentral (0.63 /sec) und occipital (0.5 /sec). Mit Ausnahme des präzentralen Wertes war in der dritten Untersuchung nochmals eine Verminderung der Frequenz zu beobachten. Die vierte Untersuchung zeigte dagegen wieder eine Zunahme der Alpha-Frequenz über allen Regionen. Der Ausgangswert wurde nur präzentral wieder erreicht, frontal, parie-

tal und occipital nicht ganz.

Frontal, präzentral und parietal steigerte sich die absolute Ausprägung der Beta-Wellen von der ersten zur dritten Untersuchung, sie verminderte sich occipital. Die vierte Untersuchung ließ nur präzentral und occipital eine Steigerung gegenüber der dritten Untersuchung sehen, frontal und parietal lagen die Werte unter denen der dritten. Insgesamt lagen die Werte bei der vierten Untersuchung alle über denen der Ausgangswerte.
Frontal, präzentral und parietal stieg die relative Ausprägung der Beta-Wellen von der ersten bis zur dritten Untersuchung; sie verringerte sich in der vierten Untersuchung dann wieder etwas. Occipital waren nur geringfügige Schwankungen zu sehen. Insgesamt war die relative Ausprägung bei der vierten Untersuchung über allen Hirnregionen gegenüber der ersten vermehrt.
Die dominante Beta-Frequenz sank von der ersten zur zweiten Untersuchung in allen Ableitungen, besonders ausgeprägt parietal (1.65 /sec). Diese Tendenz setzte sich in der dritten Untersuchung - mit Ausnahme des frontalen und occipitalen Wertes - fort. Die vierte Untersuchung zeigte dann, außer occipital, niedrigere Werte als die dritte. Auch waren die Werte im Vergleich zur ersten Untersuchung, mit Ausnahme der occipitalen Ableitung, erniedrigt.

Der Ausprägungsquotient (ASQ) nahm präzentral, parietal und occipital in der zweiten Untersuchung zu, frontal ab. Die dritte Untersuchung zeigte gegenüber der zweiten frontal und präzentral eine Abnahme, parietal und occipital eine Zunahme des ASQ. In der vierten Untersuchung wurden von allen Untersuchungen die höchsten Werte des ASQ über allen Ableitungen gemessen.
Die Gesamtleistung zeigte uneinheitliche Werte.

Dritter Untersuchungstag (Tab. 18 - 21 A)

Die absolute Ausprägung der Delta-Wellen nahm von der ersten zur zweiten Untersuchung über allen Ableitungen zu. In der dritten Untersuchung kam es frontal abermals zu einer Steigerung, während es präzentral, parietal und occipital zu einer Verminderung kam.

Die vierte Untersuchung ließ die höchsten Werte über allen Regionen erkennen.
Die relative Ausprägung war in der zweiten Untersuchung niedriger als in der ersten Untersuchung (frontal), dagegen höher in den Ableitungen der anderen Hirnregionen. In der dritten Untersuchung kam es frontal zu einer Zunahme der relativen Delta-Wellenausprägung, präzentral, parietal und occipital zu einer Abnahme. Die vierte Untersuchung zeigte gegenüber der dritten eine Reduktion der relativen Ausprägung.
Eine Minderung der dominanten Delta-Wellen-Frequenz konnte in der zweiten Untersuchung über den frontalen, präzentralen und occipitalen Ableitungen gemessen werden, parietal war eine Steigerung zu sehen. Die dritte Untersuchung zeigte im Vergleich zur zweiten frontal und präzentral eine Erhöhung der dominanten Delta-Frequenz, parietal und occipital eine Minderung. Die vierte Untersuchung ließ deutlich höhere Frequenzen erkennen als die dritte und das über allen Regionen. Gegenüber der ersten Untersuchung wurden in der letzten präzentral und parietal höhere, frontal und occipital niedrigere Frequenzen gemessen.

Bei den Theta-Wellen war die absolute Ausprägung in der zweiten Untersuchung gegenüber der ersten vermehrt (frontal, präzentral und parietal), bzw. gleich (occipital). Von der zweiten zur dritten Untersuchung konnte eine Abnahme der absoluten Theta-Ausprägung über allen Hirnregionen gemessen werden. In der vierten Untersuchung erreichte die absolute Ausprägung der Theta-Wellen über allen Regionen ihre höchsten Werte.
Die relative Ausprägung der Theta-Wellen zeigte stärkere Schwankungen nur präzentral und parietal. Hier kam es von der ersten zur zweiten Untersuchung zu einer Abnahme, von der zweiten zur dritten wieder zu einer Zunahme, sowie in der vierten Untersuchung zu einer weiteren Zunahme präzentral.
Eine ausgeprägte Senkung der dominanten Theta-Frequenz war von der ersten zur zweiten Untersuchung festzustellen (frontal um 0.29 /sec, präzentral um 0.4 /sec und parietal um 0.32 /sec). In der dritten Untersuchung waren dagegen in diesen Regionen Frequenzerhöhungen zu bemerken, occipital eine Abnahme. Die Frequenzerhöhung war frontal am stärksten (0.51 /sec). Die vierte Untersuchung zeigte wieder starke Abnahmen der dominanten Fre-

Tab. 18: (1. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	693	25	0.074	0.043	0.009	0.572
	694	25	0.048	0.020	0.004	0.412
	695	25	0.039	0.015	0.003	0.389
	696	25	0.034	0.013	0.003	0.376
	697	25	34.325	10.959	2.192	0.319
	698	25	28.781	9.142	1.829	0.318
	699	25	27.516	9.003	1.801	0.327
	700	25	23.575	10.224	2.045	0.434
	701	25	0.880	0.550	0.110	0.625
	702	25	0.910	0.414	0.083	0.455
	703	25	0.800	0.306	0.061	0.383
	704	25	1.020	0.608	0.122	0.596
	705	25	1.278	0.377	0.075	0.295
	706	25	1.548	0.353	0.071	0.228
	707	25	1.548	0.413	0.083	0.267
	708	25	1.384	0.375	0.075	0.271
Theta-Wellen	709	25	0.031	0.014	0.003	0.456
	710	25	0.033	0.018	0.004	0.548
	711	25	0.026	0.012	0.002	0.466
	712	25	0.022	0.016	0.003	0.719
	713	25	14.208	3.920	0.784	0.276
	714	25	18.302	6.206	1.241	0.339
	715	25	17.267	5.426	1.085	0.314
	716	25	12.936	6.744	1.349	0.521
	717	25	5.130	1.734	0.347	0.338
	718	25	5.420	1.744	0.349	0.322
	719	25	5.310	1.678	0.336	0.316
	720	25	5.050	1.970	0.394	0.390
	721	25	2.412	0.549	0.110	0.228
	722	25	2.396	0.556	0.111	0.232
	723	25	2.344	0.631	0.126	0.269
	724	25	2.243	0.795	0.159	0.354
Alpha-Wellen	725	25	0.069	0.063	0.013	0.916
	726	25	0.062	0.058	0.012	0.931
	727	25	0.056	0.050	0.010	0.893
	728	25	0.091	0.088	0.018	0.960
	729	25	27.351	13.851	2.770	0.506
	730	25	29.510	14.070	2.814	0.477
	731	25	30.589	14.309	2.862	0.468
	732	25	41.615	17.139	3.428	0.412
	733	25	9.830	1.159	0.232	0.118
	734	25	9.850	1.056	0.211	0.107
	735	25	9.740	1.079	0.216	0.111
	736	25	10.000	1.111	0.222	0.111
	737	25	2.192	0.926	0.185	0.422
	738	25	2.256	0.935	0.187	0.415
	739	25	2.299	0.849	0.170	0.369
	740	25	2.003	0.884	0.177	0.441

Tab. 18 A: (1. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	741	25	0.036	0.018	0.004	0.494
	742	25	0.033	0.019	0.004	0.581
	743	25	0.028	0.018	0.004	0.632
	744	25	0.032	0.031	0.006	0.969
	745	25	17.686	7.892	1.578	0.446
	746	25	19.610	8.110	1.622	0.414
	747	25	19.988	8.690	1.738	0.435
	748	25	17.724	8.679	1.736	0.490
	749	25	15.520	3.026	0.605	0.195
	750	25	16.270	2.940	0.588	0.181
	751	25	15.010	2.432	0.486	0.162
	752	25	14.580	2.898	0.580	0.199
	753	25	8.662	2.659	0.532	0.307
	754	25	8.228	2.638	0.528	0.321
	755	25	7.453	3.015	0.603	0.405
	756	25	6.518	3.190	0.638	0.489
Glstg. B 2/B 3	757	25	0.679	0.396	0.079	0.583
	758	25	0.811	0.517	0.103	0.637
	759	25	0.698	0.377	0.075	0.541
	760	25	0.412	0.277	0.055	0.690
	761	25	0.222	0.117	0.023	0.524
	762	25	0.181	0.091	0.018	0.503
	763	25	0.153	0.075	0.015	0.488
	764	25	0.181	0.118	0.024	0.651

quenz (frontal um 0.9 /sec, präzentral um 0.61 /sec und parietal um 0.12 /sec), occipital eine Zunahme (0.40 /sec). Bei der vierten Untersuchung waren die Werte der Theta-Frequenz frontal, präzentral und parietal niedriger, occipital höher als die entsprechenden Werte der ersten Untersuchung.

Über allen Ableitungen war die absolute Ausprägung der Alpha-Wellen bei der zweiten Untersuchung höher als bei der ersten. Bei der dritten Untersuchung zeigten alle Hirnregionen wieder niedrigere Werte als bei der zweiten, die vierte Untersuchung brachte schließlich wieder höhere absolute Ausprägungen der Alpha-Wellen, ebenfalls in allen Regionen; diese Werte lagen auch über denen der ersten Untersuchung.
Frontal und parietal war die relative Ausprägung der Alpha-Wellen bei der zweiten Untersuchung etwas höher als bei der ersten,

Tab. 19: (2. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	768	25	0.078	0.038	0.008	0.488
	769	25	0.058	0.037	0.007	0.634
	770	25	0.050	0.034	0.007	0.667
	771	25	0.043	0.029	0.006	0.686
	772	25	33.217	9.069	1.814	0.273
	773	25	29.511	9.197	1.840	0.312
	774	25	29.184	11.178	2.236	0.383
	775	25	24.328	9.706	1.941	0.399
	776	25	0.750	0.382	0.076	0.509
	777	25	0.860	0.402	0.080	0.468
	778	25	0.860	0.396	0.079	0.460
	779	25	0.910	0.535	0.107	0.588
	780	25	1.271	0.369	0.074	0.290
	781	25	1.414	0.358	0.072	0.253
	782	25	1.342	0.391	0.078	0.291
	783	25	1.360	0.446	0.089	0.328
Theta-Wellen	784	25	0.035	0.025	0.005	0.704
	785	25	0.034	0.024	0.005	0.703
	786	25	0.027	0.018	0.004	0.650
	787	25	0.022	0.016	0.003	0.742
	788	25	14.567	5.529	1.106	0.380
	789	25	16.391	5.432	1.087	0.331
	790	25	14.882	5.649	1.130	0.380
	791	25	12.252	6.062	1.212	0.495
	792	25	4.840	1.578	0.316	0.326
	793	25	5.020	1.623	0.325	0.323
	794	25	4.990	1.945	0.389	0.390
	795	25	5.050	1.897	0.379	0.376
	796	25	2.430	0.612	0.122	0.252
	797	25	2.314	0.517	0.103	0.223
	798	25	2.204	0.747	0.149	0.339
	799	25	2.334	0.801	0.160	0.343
Alpha-Wellen	800	25	0.073	0.048	0.010	0.662
	801	25	0.063	0.045	0.009	0.704
	802	25	0.061	0.048	0.010	0.777
	803	25	0.093	0.096	0.019	1.029
	804	25	27.947	12.925	2.585	0.462
	805	25	29.394	14.327	2.866	0.487
	806	25	31.232	15.370	3.074	0.492
	807	25	41.061	17.962	3.592	0.437
	808	25	9.260	1.189	0.238	0.128
	809	25	9.180	1.211	0.242	0.132
	810	25	9.670	0.981	0.196	0.101
	811	25	10.310	0.936	0.187	0.091
	812	25	2.160	0.996	0.199	0.461
	813	25	2.196	1.015	0.203	0.462
	814	25	2.266	1.002	0.200	0.442
	815	25	1.939	0.864	0.173	0.446

Tab. 19 A: (2. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	816	25	0.041	0.025	0.005	0.596
	817	25	0.037	0.023	0.005	0.623
	818	25	0.035	0.028	0.006	0.787
	819	25	0.032	0.026	0.005	0.807
	820	25	17.806	7.318	1.464	0.411
	821	25	19.789	7.780	1.556	0.393
	822	25	19.810	8.886	1.777	0.449
	823	25	18.307	10.502	2.101	0.574
	824	25	15.390	3.934	0.787	0.256
	825	25	15.720	3.813	0.763	0.243
	826	25	14.890	3.813	0.763	0.256
	827	25	14.340	3.735	0.747	0.260
	828	25	8.083	2.753	0.551	0.341
	829	25	7.442	2.569	0.514	0.345
	830	25	6.972	2.830	0.566	0.406
	831	25	6.333	2.944	0.589	0.465
Glstg. B 2 /B 3	832	25	0.689	0.489	0.098	0.709
	833	25	0.784	0.625	0.125	0.796
	834	25	0.649	0.441	0.088	0.679
	835	25	0.434	0.376	0.075	0.867
	836	25	0.240	0.102	0.020	0.425
	837	25	0.202	0.096	0.019	0.474
	838	25	0.178	0.089	0.018	0.501
	839	25	0.195	0.117	0.023	0.599

präzentral und occipital war sie etwas niedriger. Bei der dritten Untersuchung lag die relative Alpha-Ausprägung unter der der zweiten Untersuchung und zwar in allen Ableitungen. Mit Ausnahme der parietalen Ableitung war die relative Ausprägung der Alpha-Wellen bei der vierten Untersuchung höher als bei der dritten.

Die dominante Alpha-Frequenz sank von der ersten zur zweiten Untersuchung frontal, präzentral und parietal, stieg dagegen occipital an. Die Minderung betrug frontal 0.57 /sec, präzentral 0.67 /sec. Die dritte Untersuchung verhielt sich zur zweiten invers. Nur frontal war in der vierten Untersuchung gegenüber der dritten eine Stabilisierung der dominanten Alpha-Frequenz zu sehen, während es präzentral, parietal und occipital zu einer Abnahme kam. Der Ausgangswert wurde nur occipital er-

Tab. 20: (3. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	843	25	0.089	0.058	0.012	0.654
	844	25	0.049	0.024	0.005	0.480
	845	25	0.042	0.019	0.004	0.458
	846	25	0.036	0.016	0.003	0.459
	847	25	36.811	12.635	2.527	0.343
	848	25	28.784	9.695	1.939	0.337
	849	25	28.613	10.191	2.038	0.356
	850	25	24.069	10.121	2.024	0.421
	851	25	0.760	0.350	0.070	0.460
	852	25	0.880	0.376	0.075	0.427
	853	25	0.800	0.415	0.083	0.518
	854	25	0.860	0.506	0.101	0.588
	855	25	1.378	0.427	0.085	0.310
	856	25	1.602	0.408	0.082	0.255
	857	25	1.600	0.447	0.089	0.279
	858	25	1.488	0.421	0.084	0.283
Theta-Wellen	859	25	0.031	0.014	0.003	0.449
	860	25	0.030	0.012	0.002	0.397
	861	25	0.025	0.012	0.002	0.474
	862	25	0.021	0.014	0.003	0.672
	863	25	13.983	4.208	0.842	0.301
	864	25	17.113	4.425	0.885	0.259
	865	25	15.756	5.268	1.054	0.334
	866	25	12.348	5.526	1.105	0.448
	867	25	5.350	1.643	0.329	0.307
	868	25	5.370	1.601	0.320	0.298
	869	25	5.010	1.885	0.377	0.376
	870	25	4.880	1.900	0.380	0.389
	871	25	2.359	0.553	0.111	0.234
	872	25	2.362	0.532	0.106	0.225
	873	25	2.272	0.661	0.132	0.291
	874	25	2.254	0.745	0.149	0.331
Alpha-Wellen	875	25	0.066	0.066	0.013	1.010
	876	25	0.060	0.063	0.013	1.056
	877	25	0.057	0.063	0.013	1.104
	878	25	0.081	0.108	0.022	1.342
	879	25	25.594	13.962	2.792	0.545
	880	25	28.664	14.534	2.907	0.507
	881	25	29.899	16.381	3.276	0.548
	882	25	37.845	19.345	3.869	0.511
	883	25	9.620	1.313	0.263	0.137
	884	25	9.520	1.225	0.245	0.129
	885	25	10.040	1.017	0.203	0.101
	886	25	10.240	0.996	0.199	0.097
	887	25	2.085	0.856	0.171	0.410
	888	25	2.188	0.902	0.180	0.412
	889	25	2.396	1.042	0.208	0.435
	890	25	2.043	0.884	0.177	0.433

Tab. 20 A: (3. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	891	25	0.038	0.015	0.003	0.388
	892	25	0.036	0.018	0.004	0.488
	893	25	0.031	0.017	0.003	0.538
	894	25	0.034	0.028	0.006	0.819
	895	25	18.086	6.744	1.389	0.373
	896	25	21.370	7.442	1.488	0.348
	897	25	21.375	8.255	1.651	0.386
	898	25	21.226	11.735	2.347	0.553
	899	25	15.070	2.751	0.550	0.183
	900	25	16.320	3.422	0.684	0.210
	901	25	15.140	2.693	0.539	0.178
	902	25	14.060	2.242	0.448	0.159
	903	25	8.560	2.938	0.588	0.343
	904	25	8.376	2.728	0.546	0.326
	905	25	7.844	2.899	0.580	0.370
	906	25	7.145	3.278	0.656	0.459
B 2 /B 3	907	25	0.734	0.431	0.086	0.586
	908	25	0.800	0.480	0.096	0.601
	909	25	0.753	0.506	0.101	0.672
	910	25	0.509	0.471	0.094	0.925
Glstg.	911	25	0.235	0.116	0.023	0.493
	912	25	0.182	0.092	0.018	0.503
	913	25	0.160	0.087	0.017	0.545
	914	25	0.173	0.127	0.025	0.073

reicht, in den anderen Regionen lagen die Werte der vierten Untersuchung unter denen der ersten.

Die absolute Ausprägung der Beta-Wellen war in der zweiten Untersuchung frontal, präzentral und parietal höher als in der ersten, occipital etwas niedriger. Die dritte Untersuchung verhielt sich zur zweiten umgekehrt. In der letzten Untersuchung waren in allen Ableitungen Steigerungen der absoluten Beta-Wellen-Ausprägung festzustellen. Diese Werte lagen über denen der ersten Untersuchung.
Frontal, präzentral und occipital waren bei der zweiten Untersuchung die Beta-Wellen-Anteile relativ mehr ausgeprägt als bei der ersten, parietal etwas niedriger. Die relative Beta-Ausprägung lag bei der dritten Untersuchung in allen Regionen über

Tab. 21: (4. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	918	25	0.095	0.076	0.015	0.799
	919	25	0.063	0.052	0.010	0.833
	920	24	0.050	0.036	0.007	0.720
	921	25	0.042	0.030	0.006	0.714
	922	25	34.036	9.854	1.971	0.290
	923	25	27.105	8.358	1.672	0.308
	924	24	26.519	8.660	1.768	0.327
	925	25	23.615	10.073	2.015	0.427
	926	25	0.840	0.420	0.084	0.500
	927	25	1.130	0.778	0.156	0.688
	928	24	0.938	0.689	0.141	0.735
	929	25	1.000	0.661	0.132	0.661
	930	25	1.368	0.398	0.080	0.291
	931	25	1.585	0.366	0.073	0.231
	932	24	1.457	0.433	0.088	0.297
	933	25	1.367	0.461	0.092	0.337
Theta-Wellen	934	25	0.040	0.032	0.006	0.810
	935	25	0.045	0.043	0.009	0.960
	936	25	0.033	0.026	0.005	0.786
	937	25	0.026	0.025	0.005	0.974
	938	25	14.655	4.635	0.927	0.316
	939	25	18.654	6.871	1.374	0.368
	940	24	15.685	5.631	1.149	0.359
	941	25	12.876	7.545	1.509	0.586
	942	25	4.450	1.309	0.262	0.294
	943	25	4.760	1.314	0.263	0.276
	944	25	4.890	1.918	0.384	0.392
	945	25	5.280	2.233	0.447	0.423
	946	25	2.295	0.521	0.104	0.227
	947	25	2.289	0.659	0.132	0.288
	948	25	2.229	0.785	0.157	0.352
	949	25	2.023	0.971	0.194	0.480
Alpha-Wellen	950	25	0.078	0.058	0.012	0.743
	951	25	0.067	0.051	0.010	0.769
	952	25	0.059	0.042	0.008	0.712
	953	25	0.092	0.105	0.022	1.183
	954	25	27.324	11.687	2.337	0.428
	955	25	28.901	11.546	2.309	0.400
	956	24	29.633	12.183	2.487	0.411
	957	25	39.285	18.818	3.764	0.479
	958	25	9.640	1.162	0.232	0.121
	959	25	9.240	1.086	0.217	0.118
	960	25	9.560	1.071	0.214	0.112
	961	25	10.070	1.253	0.251	0.124
	962	25	2.021	0.959	0.192	0.475
	963	25	2.086	0.932	0.186	0.447
	964	25	2.190	0.942	0.188	0.430
	965	25	1.960	0.941	0.188	0.480

Tab. 21 A: (4. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	XQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	966	25	0.045	0.029	0.006	0.633
	967	25	0.044	0.028	0.006	0.631
	968	25	0.046	0.050	0.010	1.091
	969	25	0.034	0.025	0.005	0.722
	970	25	18.548	8.046	1.609	0.434
	971	25	21.668	9.095	1.819	0.420
	972	24	23.492	12.093	2.469	0.515
	973	25	20.011	10.494	2.099	0.524
	974	25	15.110	3.269	0.654	0.216
	975	25	15.380	3.026	0.605	0.197
	976	25	14.720	2.643	0.529	0.180
	977	25	14.530	3.333	0.666	0.229
	978	25	8.360	2.205	0.441	0.264
	979	25	7.378	3.330	0.666	0.451
	980	25	7.528	3.269	0.654	0.434
	981	25	6.214	3.240	0.648	0.521
Glstg. B 2/B 3	982	25	0.710	0.518	0.104	0.730
	983	25	0.829	0.585	0.117	0.706
	984	24	0.707	0.556	0.114	0.787
	985	24	0.540	0.596	0.122	1.104
	986	25	0.271	0.163	0.033	0.602
	987	25	0.224	0.146	0.029	0.649
	988	24	0.193	0.116	0.024	0.605
	989	24	0.206	0.140	0.028	0.678

der der zweiten. In der vierten Untersuchung war die relative Ausprägung der Beta-Wellen frontal, präzentral und parietal noch höher als bei der dritten, occipital wieder etwas niedriger. Im Vergleich zur ersten Untersuchung waren bei der vierten alle Werte der relativen Ausprägung vermehrt.
Die dominante Beta-Frequenz war bei der zweiten Untersuchung in allen Ableitungen niedriger als in der ersten. Sie sank in der dritten Untersuchung frontal und occipital unter die Frequenzen der entsprechenden Regionen der zweiten Untersuchung, stieg aber präzentral und parietal etwas an. Die vierte Untersuchung zeigte gegenüber der dritten frontal und occipital Steigerungen der dominanten Beta-Frequenz, präzentral und parietal Verminderungen. Die Frequenzen der Ausgangsuntersuchung waren in allen Ableitungen höher als die der vierten Untersuchung.

Der Ausprägungsquotient nahm in der zweiten Untersuchung frontal und occipital zu, präzentral und parietal ab. In der dritten Untersuchung wurde der Ausprägungsquotient in allen Ableitungen größer als zuvor. Die vierte Untersuchung brachte gegenüber der dritten eine Steigerung präzentral und occipital, eine Minderung frontal und parietal. Die vierte Untersuchung brachte, wie auch am zweiten Untersuchungstag, die höchsten Werte über allen Hirnregionen.
Die Gesamtleistung steigerte sich von der ersten zur zweiten Untersuchung, fiel dann von der zweiten zur dritten ab und erreichte in der vierten Untersuchung das größte Ausmaß und zwar ebenfalls in allen Regionen.

Gruppe YQ (Placebo-Gruppe):

1. Blutdruck und Pulswerte (Tab. 22)

Beim Blutdruck war, wie bei Gruppe XQ, eine Abnahme des systolischen und diastolischen Wertes zu bemerken. Der mittlere Blutdruck sank von 133 / 87 mm Hg bei der ersten Untersuchung am ersten Untersuchungstag auf 125 / 81 mm Hg bei der vierten Untersuchung am dritten Tag. Die Pulswerte waren bei den entsprechenden Untersuchungen 86.1 /min bzw. 82.1 /min.

2. Somatische Erscheinungen nach subjektiven Angaben (Tab. 22 A)

Auch bei den somatischen Befunden der Gruppe YQ ist die Angabe "keine Änderung" häufiger nach Gabe des Präparates (Placebo) als davor. Allerdings scheinen bei dieser Gruppe die Zeichen der Ermüdung etwas ausgeprägter gewesen zu sein als bei der Verum-Gruppe, besonders am ersten Tag.

3. Determinationszeiten (Tab. 23)

Die Anzahl der richtig beantworteten Reize am Determinationsgerät steigerte sich von Tag zu Tag, während die Anzahl der verzögert bzw. falsch beantworteten Reize abnahm. Dies traf für alle Geschwindigkeitsstufen, d. h. Untersuchungen, zu.

Tab. 22: Blutdruck und Puls (N = 25)

U.-Tag	RF	VAR	YQ	S	MFM	VACO
1.	I	90	133.20	18.978	3.796	0.142
		91	87.40	11.004	2.201	0.126
		92	86.08	13.571	2.714	0.158
	II	165	133.60	18.457	3.691	0.138
		166	84.60	10.400	2.080	0.123
		167	82.88	15.078	3.016	0.182
	III	240	128.60	16.171	3.234	0.126
		241	80.20	9.626	1.925	0.120
		242	87.36	15.218	3.044	0.174
	IV	315	126.20	13.714	2.743	0.109
		316	80.40	9.887	1.977	0.123
		317	82.88	13.141	2.628	0.159
2.	I	390	125.80	19.774	3.955	0.157
		391	79.40	12.017	2.404	0.151
		392	81.12	15.341	3.068	0.189
	II	465	124.80	15.308	3.062	0.123
		466	79.00	12.273	2.255	0.143
		467	80.16	12.883	2.577	0.161
	III	540	126.40	16.926	3.385	0.134
		541	81.40	12.035	2.407	0.148
		542	84.32	12.802	2.560	0.152
	IV	615	124.40	12.855	2.571	0.103
		616	82.20	8.426	1.685	0.103
		617	84.32	12.592	2.518	0.149
3.	I	690	124.20	14.768	2.954	0.119
		691	78.40	10.677	2.135	0.136
		692	84.96	17.060	3.412	0.201
	II	765	122.20	13.925	2.785	0.114
		766	78.40	11.701	2.340	0.149
		767	81.28	14.034	2.807	0.173
	III	840	122.40	15.008	3.002	0.123
		841	77.60	11.002	2.201	0.142
		842	85.12	13.590	2.718	0.160
	IV	915	125.20	13.423	2.685	0.107
		916	81.20	9.605	1.921	0.118
		917	82.08	15.105	3.021	0.184

Tab. 22 A: Somatische Untersuchungsergebnisse der Gruppe YQ (Placebo-Gruppe)

Untersuchungstag	Reihenfolge der Untersuchungen	SUBJEKTIVE ANGABEN									Keine Änderung
		Ermuntert			Ermüdet			Andere Zeichen			
		+	++	+++	+	++	+++	+	++	+++	
1.	I.	7	-	-	5	-	-	1	-	-	12
	II.	8	-	-	1	-	-	2	-	-	14
	III.	1	-	-	12	-	-	3	-	-	10
	IV.	5	-	-	4	3	-	3	-	-	11
2.	I.	8	-	-	9	-	-	-	1	-	7
	II.	4	-	-	2	1	-	1	-	-	17
	III.	6	-	-	4	1	-	2	-	1	13
	IV.	3	-	-	4	-	-	1	1	-	17
3.	I.	10	-	-	7	-	-	2	-	-	8
	II.	3	-	-	2	-	-	2	-	-	20
	III.	4	-	-	4	1	-	2	-	-	15
	IV.	2	-	-	1	-	-	1	-	-	21

Tab. 23: Determinationszeiten (DZ) (N = 25)

RF	U.-Tag	VAR	YQ	S	MFM	VACO
I	1.	6	117.24	33.342	6.668	0.248
		7	30.00	23.031	4.606	0.768
		8	18.20	10.735	2.147	0.590
	2.	9	155.28	12.078	2.416	0.078
		10	7.08	8.036	1.607	1.135
		11	4.92	7.659	1.532	1.557
	3.	12	160.60	6.416	1.283	0.040
		13	2.88	3.346	0.669	1.162
		14	2.36	3.650	0.730	1.547
II	1.	15	119.24	31.192	6.238	0.262
		16	34.52	22.869	4.574	0.663
		17	12.72	15.040	3.008	1.182
	2.	18	149.36	15.620	3.124	0.105
		19	13.12	13.724	2.745	1.046
		20	3.60	4.113	0.823	1.143
	3.	21	151.20	14.414	2.883	0.095
		22	10.28	10.322	2.064	1.004
		23	4.36	5.330	1.066	1.222
III	1.	24	98.00	34.693	6.939	0.354
		25	53.60	29.371	5.874	0.548
		26	14.40	13.829	2.766	0.960
	2.	27	136.36	20.902	4.181	0.153
		28	23.96	17.693	3.539	0.738
		29	5.92	7.342	1.469	1.240
	3.	30	143.56	19.485	3.897	0.136
		31	17.84	16.795	3.359	0.941
		32	4.92	5.787	1.158	1.176
IV	1.	33	62.36	37.821	7.564	0.606
		34	81.04	30.939	6.188	0.382
		35	18.28	15.085	3.017	0.825
	2.	36	102.44	32.601	6.520	0.318
		37	48.92	22.531	4.506	0.461
		38	11.72	12.388	2.478	1.057
	3.	39	123.88	26.423	5.285	0.213
		40	33.84	22.132	4.426	0.654
		41	6.84	9.379	1.876	1.371

4. Reaktionszeiten (Tab. 24)

Die Reaktionszeiten ließen nur bei den kombinierten Reizen Farbe/Farbe (FF) und Farbe/Ton (FT) deutliche Zeitverkürzungen erkennen, diese konnten aber bei allen vier Untersuchungen des ersten bis dritten Tages festgestellt werden (s. Abb. 5).

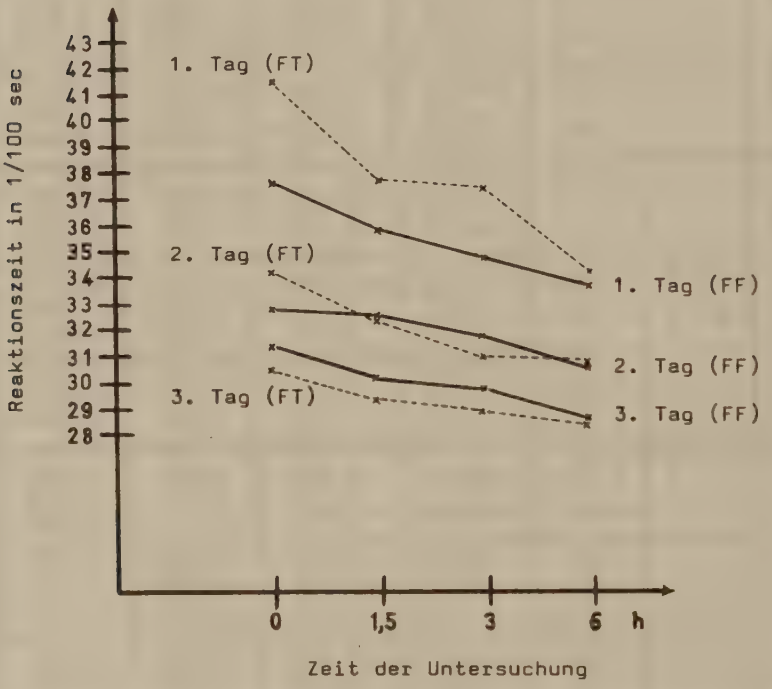


Abbildung 5: Reaktionszeitverkürzungen bei kombinierten Reizen, FF = Farbe/Farbe und FT = Farbe/Ton, N = 25

Tab. 24: Reaktionszeiten (RZ) (N = 25)

U.-Tag	U.-Art	VAR	YQ	S	MFM	VACO
1.	F	42	26.886	4.113	0.824	0.153
		43	28.354	3.805	0.761	0.134
		44	28.813	3.647	0.729	0.126
		45	27.891	3.918	0.784	0.140
	T	46	25.531	3.114	0.623	0.122
		47	26.634	4.235	0.847	0.159
		48	26.747	3.838	0.768	0.144
		49	26.294	3.847	0.769	0.146
	FF	50	37.651	4.513	0.903	0.120
		51	35.861	4.914	0.983	0.137
		52	34.773	4.119	0.824	0.118
		53	33.656	5.174	1.035	0.154
	FT	54	41.535	5.910	1.182	0.142
		55	37.772	4.604	0.921	0.122
		56	37.408	6.580	1.316	0.176
		57	34.148	6.162	1.232	0.180
2.	F	58	27.666	5.013	1.003	0.181
		59	28.204	3.847	0.769	0.136
		60	27.890	4.306	0.861	0.154
		61	26.461	3.510	0.702	0.133
	T	62	25.401	3.424	0.685	0.135
		63	26.117	2.952	0.590	0.113
		64	24.951	3.446	0.689	0.138
		65	25.146	3.613	0.723	0.144
	FF	66	32.921	5.207	1.041	0.158
		67	32.497	5.749	1.150	0.177
		68	31.761	6.266	1.253	0.197
		69	30.464	6.372	1.274	0.209
	FT	70	34.129	6.335	1.267	0.186
		71	32.293	8.203	1.641	0.254
		72	31.007	7.221	1.444	0.233
		73	30.715	6.589	1.318	0.215
3.	F	74	26.647	3.744	0.749	0.141
		75	26.676	3.344	0.669	0.125
		76	26.583	3.704	0.741	0.139
		77	25.824	4.447	0.889	0.172
	T	78	24.793	3.403	0.681	0.137
		79	25.096	3.813	0.763	0.152
		80	25.019	3.103	0.621	0.124
		81	23.944	4.420	0.884	0.185
	FF	82	31.303	5.517	1.103	0.176
		83	30.184	5.773	1.155	0.191
		84	29.555	5.578	1.116	0.189
		85	28.828	5.676	1.135	0.197
	FT	86	30.473	7.052	1.410	0.234
		87	29.297	7.021	1.404	0.240
		88	29.048	7.261	1.452	0.250
		89	28.539	7.122	1.424	0.250

5. Energie-Spektren (Power-Spektren) des Elektroencephalogramms

Erster Untersuchungstag (Tab. 25 - 28 A)

Die absolute Ausprägung der Delta-Wellen stieg von der ersten zur zweiten Untersuchung über allen Ableitungen, fiel dann aber von der zweiten bis zur vierten Untersuchung in allen Regionen unter die Ausgangswerte.
Die relative Ausprägung der Delta-Wellen nahm frontal von der ersten bis zur vierten Untersuchung ab. Präzentral, parietal und occipital war von der ersten zur zweiten Untersuchung eine Zunahme zu sehen. Eine weitere Zunahme war in der dritten Untersuchung präzentral und parietal erkennbar, occipital eine Abnahme. In der vierten Untersuchung sanken auch die relativen Delta-Wellen-Ausprägungen präzentral, parietal und occipital unter die Ausprägungsgrade der dritten Untersuchung. Alle relativen Ausprägungsgrade lagen bei der vierten Untersuchung unter denen der ersten.
Von der ersten zur zweiten Untersuchung verminderte sich die dominante Delta-Frequenz, stieg dann in der dritten Untersuchung über allen Zentren an, und es konnten bei der vierten Untersuchung noch höhere Frequenzen über den präzentralen, parietalen und occipitalen Ableitungen gemessen werden.

Frontal stieg die absolute Ausprägung der Theta-Wellen kontinuierlich bis zur vierten Untersuchung an. Präzentral und parietal konnte von der ersten zur zweiten Untersuchung auch eine Steigerung festgestellt werden, occipital dagegen eine Minderung. Die dritte Untersuchung brachte präzentral und parietal wieder eine leichte Abnahme der absoluten Theta-Ausprägung, die Occipitalregion verhielt sich gegenläufig. Im Vergleich zur dritten Untersuchung nahm die absolute Ausprägung der Theta-Wellen in der vierten über allen Regionen zu, frontal, präzentral und parietal wurden sogar höhere als die Ausgangswerte erreicht.
Die relative Ausprägung der Theta-Wellen erreichte bei der vierten Untersuchung über allen Ableitungen höhere Grade als bei der ersten.
Die dominante Theta-Wellen-Frequenz war bei der zweiten Untersuchung nur präzentral etwas niedriger als bei der ersten, die an-

Tab. 25: (1. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	93	25	0.121	0.074	0.015	0.607
	94	25	0.067	0.049	0.010	0.725
	95	25	0.062	0.050	0.010	0.794
	96	25	0.062	0.050	0.010	0.811
	97	25	37.472	15.053	3.011	0.402
	98	24	28.904	11.961	2.442	0.414
	99	25	27.261	10.267	2.073	0.380
	100	25	24.966	10.177	2.035	0.408
	101	25	0.720	0.263	0.053	0.366
	102	25	0.890	0.376	0.075	0.422
	103	25	0.880	0.316	0.063	0.359
	104	25	0.920	0.589	0.118	0.641
	105	25	1.235	0.346	0.069	0.280
	106	25	1.448	0.445	0.089	0.307
	107	25	1.352	0.535	0.107	0.395
	108	25	1.332	0.419	0.084	0.314
Theta-Wellen	109	25	0.040	0.025	0.005	0.637
	110	25	0.036	0.028	0.006	0.786
	111	25	0.031	0.028	0.006	0.918
	112	25	0.030	0.033	0.007	1.127
	113	25	11.504	3.866	0.773	0.336
	114	24	14.290	5.297	1.081	0.371
	115	25	13.137	5.190	1.038	0.395
	116	25	10.964	7.407	1.481	0.676
	117	25	5.220	1.767	0.353	0.338
	118	25	5.510	1.587	0.317	0.288
	119	25	5.140	1.720	0.344	0.335
	120	25	4.890	2.298	0.460	0.470
	121	25	2.388	0.573	0.115	0.240
	122	25	2.550	0.623	0.125	0.244
	123	25	2.480	0.565	0.113	0.228
	124	25	2.153	0.835	0.167	0.388
Alpha-Wellen	125	25	0.095	0.111	0.022	1.168
	126	25	0.083	0.104	0.021	1.261
	127	25	0.079	0.105	0.021	1.323
	128	25	0.114	0.170	0.034	1.500
	129	25	23.105	15.983	3.197	0.692
	130	24	27.983	16.700	3.409	0.597
	131	25	28.758	16.400	3.280	0.570
	132	25	35.178	17.956	3.591	0.510
	133	25	9.400	1.033	0.207	0.110
	134	25	9.600	0.992	0.198	0.103
	135	25	9.730	1.085	0.217	0.111
	136	25	9.880	0.969	0.194	0.098
	137	25	2.243	0.828	0.166	0.369
	138	25	2.188	0.860	0.172	0.393
	139	25	2.312	0.981	0.196	0.424
	140	25	1.986	0.862	0.172	0.434

Tab. 25 A: (1. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	141	25	0.084	0.142	0.028	1.686
	142	24	0.083	0.162	0.033	1.949
	143	25	0.090	0.165	0.033	1.824
	144	25	0.065	0.099	0.020	1.517
	145	25	20.402	16.556	3.311	0.811
	146	24	23.972	16.849	3.439	0.703
	147	25	26.572	18.136	3.627	0.683
	148	25	24.175	16.244	3.249	0.672
	149	25	15.140	3.436	0.687	0.227
	150	24	16.396	4.792	0.978	0.292
	151	25	15.730	3.733	0.747	0.237
	152	25	14.620	2.975	0.595	0.203
	153	25	7.373	3.505	0.701	0.475
	154	24	8.123	3.634	0.742	0.447
	155	25	7.560	3.453	0.691	0.457
	156	25	6.309	3.115	0.623	0.494
Glstg. B2/B3	157	25	0.761	0.552	0.110	0.726
	158	24	0.707	0.481	0.098	0.681
	159	25	0.624	0.409	0.082	0.655
	160	25	0.490	0.444	0.089	0.905
	161	25	0.364	0.236	0.047	0.647
	162	24	0.285	0.242	0.049	0.850
	163	25	0.274	0.245	0.049	0.894
	164	25	0.282	0.271	0.054	0.964

deren Regionen hatten Steigerungen aufzuweisen. Weitere Steigerungen waren frontal und occipital in der dritten Untersuchung zu sehen (occipital um 0.71 /sec), präzentral und parietal ging dagegen die Frequenz etwas zurück. Die höchsten Werte wurden schließlich in der vierten Untersuchung erzielt, und das über allen Hirnregionen.

Alle Ableitungen zeigten von der ersten zur zweiten Untersuchung eine höhere absolute Ausprägung der Alpha-Wellen, von der zweiten zur dritten eine Abnahme, und die vierte Untersuchung brachte schließlich wieder eine Zunahme der absoluten Alpha-Wellen-Ausprägung. Diese Ausprägungsgrade lagen, außer occipital, über den entsprechenden der ersten Untersuchung.
Die relative Ausprägung der Alpha-Wellen war bei der zweiten Untersuchung von frontal bis occipital höher als bei der ersten.

Tab. 26: (2. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	168	23	0.122	0.094	0.020	0.769
	169	23	0.082	0.071	0.015	0.865
	170	23	0.071	0.068	0.014	0.953
	171	23	0.062	0.063	0.013	1.021
	172	23	36.222	12.523	2.611	0.346
	173	23	29.561	11.662	2.432	0.394
	174	23	29.390	13.329	2.779	0.454
	175	23	27.084	14.185	2.958	0.524
	176	23	0.674	0.286	0.060	0.425
	177	23	0.750	0.392	0.082	0.522
	178	23	0.859	0.451	0.094	0.525
	179	23	0.761	0.357	0.075	0.470
	180	23	1.256	0.375	0.078	0.299
	181	23	1.505	0.421	0.088	0.280
	182	23	1.497	0.447	0.093	0.299
	183	23	1.437	0.492	0.103	0.343
Theta-Wellen	184	23	0.042	0.027	0.006	0.639
	185	23	0.040	0.028	0.006	0.693
	186	23	0.033	0.024	0.005	0.723
	187	23	0.024	0.018	0.004	0.754
	188	23	12.566	3.898	0.813	0.310
	189	23	14.677	4.812	1.003	0.328
	190	23	13.994	4.489	0.936	0.321
	191	23	10.399	4.310	0.899	0.414
	192	23	5.337	1.705	0.356	0.319
	193	23	5.370	1.712	0.357	0.319
	194	23	5.467	1.806	0.377	0.330
	195	23	4.957	2.132	0.444	0.430
	196	23	2.144	0.427	0.089	0.199
	197	23	2.445	0.551	0.115	0.225
	198	23	2.285	0.471	0.098	0.206
	199	23	2.218	0.706	0.147	0.318
Alpha-Wellen	200	23	0.115	0.157	0.033	1.359
	201	23	0.106	0.132	0.028	1.253
	202	23	0.092	0.104	0.022	1.131
	203	23	0.115	0.134	0.028	1.170
	204	23	26.409	17.256	3.598	0.653
	205	23	30.173	17.050	3.555	0.565
	206	23	30.582	17.676	3.686	0.578
	207	23	37.878	21.700	4.525	0.573
	208	23	9.239	1.137	0.237	0.123
	209	23	9.283	1.131	0.236	0.122
	210	23	9.554	1.155	0.241	0.121
	211	23	10.011	1.051	0.219	0.105
	212	23	2.344	0.811	0.169	0.346
	213	23	2.348	0.844	0.176	0.359
	214	23	2.461	0.935	0.195	0.380
	215	23	2.251	0.992	0.207	0.441

Tab. 26 A: (2. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	216	23	0.050	0.022	0.005	0.433
	217	23	0.049	0.024	0.005	0.487
	218	23	0.043	0.022	0.005	0.502
	219	23	0.036	0.019	0.004	0.534
	220	23	17.349	7.753	1.617	0.447
	221	23	19.942	8.273	1.725	0.415
	222	23	20.163	8.752	1.825	0.434
	223	23	18.536	9.147	1.907	0.493
	224	23	15.576	4.075	0.850	0.262
	225	23	16.989	5.360	1.118	0.315
	226	23	16.239	5.146	1.073	0.317
	227	23	14.489	3.707	0.773	0.256
	228	23	8.579	3.457	0.721	0.403
	229	23	8.414	3.417	0.713	0.406
	230	23	8.157	3.360	0.701	0.412
	231	23	7.330	2.835	0.591	0.387
B 2/B 3	232	23	0.800	0.652	0.136	0.815
	233	23	0.727	0.564	0.118	0.776
	234	23	0.658	0.453	0.094	0.688
	235	23	0.472	0.433	0.090	0.919
Glstg.	236	23	0.358	0.259	0.054	0.723
	237	23	0.292	0.224	0.047	0.768
	238	23	0.251	0.188	0.039	0.749
	239	23	0.250	0.202	0.042	0.811

Frontal war auch in der dritten Untersuchung eine geringe Zunahme zu sehen, präzentral, parietal und occipital eine leichte Abnahme. Über allen Regionen wurden bei der vierten Untersuchung die höchsten Werte erreicht.
Eine Abnahme der dominanten Alpha-Frequenz konnte bei der zweiten Untersuchung frontal, präzentral und parietal gemessen werden, occipital eine Zunahme. Die dritte Untersuchung brachte nur frontal gegenüber der zweiten eine geringfügige Frequenzerhöhung, präzentral, parietal und occipital aber eine Erniedrigung. In der vierten Untersuchung konnte man, außer parietal, wieder etwas höhere Frequenzen messen, die aber präzentral, parietal und occipital unter denen der Morgenuntersuchung lagen.

In der zweiten Untersuchung war die absolute Ausprägung der

Tab. 27: (3. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	243	22	0.110	0.098	0.021	0.890
	244	22	0.065	0.036	0.008	0.557
	245	22	0.053	0.029	0.006	0.550
	246	22	0.041	0.023	0.005	0.564
	247	22	33.817	13.700	2.921	0.405
	248	22	30.222	12.383	2.640	0.410
	249	22	29.779	12.861	2.742	0.432
	250	22	25.334	11.503	2.453	0.454
	251	22	0.977	0.719	0.153	0.736
	252	22	0.977	0.545	0.116	0.558
	253	22	1.000	0.450	0.096	0.450
	254	22	0.807	0.377	0.080	0.468
	255	22	1.291	0.397	0.085	0.308
	256	22	1.410	0.376	0.080	0.266
	257	22	1.448	0.424	0.090	0.293
	258	22	1.496	0.401	0.086	0.268
Theta-Wellen	259	22	0.045	0.035	0.008	0.795
	260	22	0.039	0.027	0.006	0.688
	261	22	0.030	0.023	0.005	0.755
	262	22	0.024	0.015	0.003	0.623
	263	22	12.973	4.117	0.878	0.317
	264	22	15.395	4.737	1.010	0.308
	265	22	15.333	5.636	1.202	0.368
	266	22	13.665	5.259	1.121	0.385
	267	22	5.421	1.691	0.361	0.312
	268	22	5.352	1.670	0.356	0.312
	269	22	5.284	1.712	0.365	0.324
	270	22	5.671	1.726	0.368	0.304
	271	22	2.433	0.554	0.118	0.228
	272	22	2.416	0.613	0.131	0.254
	273	22	2.399	0.651	0.139	0.271
	274	22	2.381	0.625	0.133	0.262
Alpha-Wellen	275	22	0.110	0.172	0.037	1.573
	276	22	0.090	0.125	0.027	1.390
	277	22	0.069	0.078	0.017	1.126
	278	22	0.078	0.070	0.015	0.902
	279	22	26.725	17.769	3.788	0.665
	280	22	29.193	17.103	3.646	0.586
	281	22	29.470	17.989	3.835	0.610
	282	22	36.178	19.224	4.100	0.531
	283	22	9.296	0.912	0.194	0.098
	284	22	9.216	0.995	0.212	0.108
	285	22	9.386	1.202	0.256	0.128
	286	22	9.750	1.325	0.283	0.136
	287	22	2.378	0.837	0.179	0.352
	288	22	2.316	0.765	0.163	0.330
	289	22	2.383	0.811	0.173	0.340
	290	22	2.252	0.755	0.161	0.335

Tab. 27 A: (3. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	291	22	0.051	0.026	0.006	0.500
	292	22	0.046	0.026	0.006	0.573
	293	22	0.037	0.024	0.005	0.632
	294	22	0.035	0.025	0.005	0.730
	295	22	18.666	10.644	2.269	0.570
	296	22	20.791	11.524	2.457	0.554
	297	22	21.105	12.728	2.714	0.603
	298	22	21.637	13.512	2.881	0.625
	299	22	16.250	5.663	1.207	0.348
	300	22	15.034	5.590	1.192	0.372
	301	22	15.943	6.646	1.417	0.417
	302	22	14.000	2.233	0.476	0.160
	303	22	8.513	3.356	0.715	0.394
	304	22	8.130	3.619	0.771	0.445
	305	22	7.625	3.834	0.817	0.503
	306	22	5.867	3.196	0.681	0.545
B 2 /B 3	307	22	0.760	0.528	0.113	0.695
	308	22	0.767	0.536	0.114	0.699
	309	22	0.775	0.523	0.111	0.675
	310	22	0.544	0.384	0.082	0.706
Gistg.	311	22	0.341	0.269	0.057	0.788
	312	22	0.245	0.182	0.039	0.746
	313	22	0.193	0.119	0.025	0.619
	314	22	0.181	0.098	0.021	0.541

Beta-Wellen von frontal bis occipital niedriger als in der ersten. Die dritte Untersuchung zeigte präzentral, parietal und occipital noch niedrigere Werte, frontal nahm die absolute Ausprägung etwas zu. Die vierte Untersuchung brachte schließlich über allen Ableitungen höhere Ausprägungsgrade als die dritte, sie waren aber geringer als die entsprechenden Ausgangswerte am Morgen.

Die relative Ausprägung der Beta-Wellen war bei der zweiten Untersuchung über allen Hirnregionen geringer als bei der Morgenuntersuchung. Die dritte Untersuchung ließ inverse Ergebnisse erkennen. Bei der vierten Untersuchung konnte man präzentral, parietal und occipital Steigerungen der relativen Ausprägung von Beta-Wellen gegenüber der dritten bemerken, frontal eine Minderung. Nur präzentral wurde bei der vierten Untersuchung

Tab. 28: (4. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	318	22	0.102	0.056	0.012	0.548
	319	22	0.056	0.033	0.007	0.589
	320	22	0.050	0.033	0.007	0.662
	321	22	0.045	0.029	0.006	0.645
	322	22	33.062	12.393	2.642	0.375
	323	22	24.225	10.743	2.290	0.443
	324	22	25.244	11.673	2.489	0.462
	325	22	22.282	11.195	2.387	0.502
	326	22	0.886	0.586	0.125	0.661
	327	22	1.034	0.547	0.117	0.529
	328	22	1.068	0.704	0.150	0.659
	329	22	1.023	0.582	0.124	0.569
	330	22	1.354	0.451	0.096	0.333
	331	22	1.619	0.458	0.098	0.283
	332	22	1.550	0.469	0.100	0.303
	333	22	1.535	0.452	0.096	0.295
Theta-Wellen	334	22	0.045	0.030	0.006	0.668
	335	22	0.039	0.031	0.007	0.793
	336	22	0.033	0.025	0.005	0.767
	337	22	0.026	0.018	0.004	0.701
	338	22	13.452	3.797	0.809	0.282
	339	22	15.279	5.405	1.152	0.354
	340	22	15.687	5.648	1.204	0.360
	341	22	12.181	4.569	0.974	0.375
	342	22	5.705	1.802	0.384	0.316
	343	22	5.716	1.768	0.377	0.309
	344	22	5.784	1.694	0.361	0.293
	345	22	5.830	1.768	0.377	0.303
	346	22	2.124	0.469	0.100	0.221
	347	22	2.245	0.546	0.116	0.243
	348	22	2.110	0.464	0.099	0.220
	349	22	2.133	0.644	0.137	0.302
Alpha-Wellen	350	22	0.112	0.129	0.028	1.156
	351	22	0.094	0.097	0.021	1.039
	352	22	0.080	0.097	0.021	1.200
	353	22	0.103	0.113	0.024	1.093
	354	22	27.740	15.794	3.367	0.569
	355	22	30.844	14.970	3.192	0.485
	356	22	30.744	15.277	3.257	0.497
	357	22	38.262	17.811	3.797	0.465
	358	22	9.477	1.136	0.242	0.120
	359	22	9.296	1.051	0.224	0.113
	360	22	9.364	1.026	0.219	0.110
	361	22	9.852	1.120	0.239	0.114
	362	22	2.250	0.873	0.186	0.388
	363	22	2.269	0.932	0.199	0.411
	364	22	2.282	0.870	0.185	0.381
	365	22	2.079	0.850	0.181	0.409

Tab. 28 A: (4. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	366	22	0.057	0.043	0.009	0.757
	367	22	0.060	0.052	0.011	0.855
	368	22	0.051	0.045	0.010	0.889
	369	22	0.046	0.040	0.009	0.864
	370	22	18.497	11.898	2.537	0.643
	371	22	24.668	13.562	2.891	0.550
	372	22	24.213	13.424	2.862	0.554
	373	22	23.038	14.058	2.997	0.610
	374	22	15.511	3.221	0.687	0.208
	375	22	16.625	4.620	0.985	0.278
	376	22	16.341	4.791	1.021	2.932
	377	22	16.852	5.537	1.180	0.329
	378	22	9.512	2.919	0.622	0.307
	379	22	9.307	3.188	0.680	0.343
	380	22	8.958	2.994	0.638	0.334
	381	22	8.116	2.933	0.625	0.361
B2/B3	382	22	0.758	0.640	0.136	0.844
	383	22	0.684	0.504	0.108	0.737
	384	22	0.690	0.498	0.106	0.722
	385	22	0.456	0.415	0.089	0.911
Glstg.	386	22	0.340	0.212	0.045	0.624
	387	22	0.261	0.167	0.036	0.640
	388	22	0.225	0.163	0.035	0.723
	389	22	0.228	0.157	0.033	0.688

ein höherer als der Ausgangswert gemessen.
Die dominante Beta-Wellen-Frequenz war bei der zweiten Untersuchung höher als bei der ersten (frontal um 0.43 /sec, präzentral um 0.59 /sec, parietal um 0.5 /sec), occipital war sie etwas niedriger (0.14 /sec). Bei der dritten Untersuchung konnte nur frontal eine höhere Frequenz als in der Voruntersuchung gemessen werden, allerdings war der Wert um 0.68 /sec höher. Die anderen Regionen boten niedrigere Beta-Frequenzen (präzentral um 1.96 /sec, parietal um 0.29 /sec, occipital um 0.49 /sec). In der vierten Untersuchung konnten präzentral, parietal und occipital wieder höhere mittlere Frequenzen als in der dritten errechnet werden, frontal geringere. Alle Werte der vierten Untersuchung übertrafen die der ersten.

Der Ausprägungsquotient (ASQ) nahm frontal, präzentral und parietal von der ersten zur zweiten Untersuchung zu, occipital ab. Die dritte Untersuchung hatte präzentral, parietal und occipital einen höheren, frontal einen niedrigeren ASQ erbracht als die zweite. In der vierten Untersuchung war der ASQ in allen Hirnregionen kleiner als zuvor, die Werte lagen sogar, außer parietal, unter denen der ersten Untersuchung.
Präzentral war die Gesamtleistung in der zweiten Untersuchung etwas gegenüber der Voruntersuchung vergrößert, frontal, parietal und occipital dagegen war sie verringert. In der dritten Untersuchung war die Gesamtleistung frontal und occipital deutlich niedriger als zuvor, stieg dann, außer frontal, in der vierten Untersuchung wieder an, lag aber in allen Regionen unter den Ausgangswerten.

Zweiter Untersuchungstag (Tab. 29 - 32 A)

Am zweiten Untersuchungstag war bei der zweiten Untersuchung die absolute Ausprägung der Delta-Wellen gegenüber der ersten Untersuchung in allen Hirnregionen vermehrt. Die dritte Untersuchung ließ eine weitere Steigerung präzentral erkennen, frontal, parietal und occipital aber eine Abnahme. In der vierten Untersuchung wurden über allen Regionen niedrigere Werte als zuvor gemessen.
Bei der relativen Delta-Ausprägung waren von der ersten zur zweiten Untersuchung frontal und parietal höhere Ausprägungsgrade, präzentral und occipital geringere zu sehen. In der dritten Untersuchung steigerte sich die relative Delta-Wellen-Ausprägung präzentral, parietal und occipital, fiel aber frontal ab. Die niedrigsten Messwerte für die relative Ausprägung der Delta-Wellen ergab die letzte Untersuchung.
Die dominante Delta-Frequenz sank von der ersten zur zweiten Untersuchung in allen Ableitungen, stieg dann kontinuierlich bis zur vierten Untersuchung an, wobei jedoch die entsprechenden Ausgangswerte nicht mehr erreicht wurden.

Bei den absoluten Ausprägungen der Theta-Wellen sah man in der zweiten Untersuchung höhere (frontal, präzentral und parietal)

Tab. 29: (1. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	393	22	0.101	0.046	0.010	0.461
	394	22	0.057	0.028	0.006	0.490
	395	22	0.048	0.030	0.006	0.616
	396	22	0.052	0.055	0.017	1.046
	397	22	36.390	12.396	2.643	0.341
	398	22	29.468	10.770	2.296	0.365
	399	22	27.686	10.913	2.327	0.394
	400	22	26.060	12.375	2.638	0.475
	401	22	0.886	0.384	0.082	0.433
	402	22	0.920	0.432	0.092	0.470
	403	22	1.125	0.710	0.151	0.631
	404	22	1.046	0.565	0.120	0.540
	405	22	1.270	0.448	0.096	0.353
	406	22	1.436	0.420	0.090	0.293
	407	22	1.415	0.430	0.092	0.304
	408	22	1.409	0.447	0.095	0.317
Theta-Wellen	409	22	0.040	0.031	0.007	0.768
	410	22	0.036	0.031	0.007	0.864
	411	22	0.031	0.034	0.007	1.075
	412	22	0.027	0.023	0.005	0.841
	413	22	12.775	3.695	0.788	0.289
	414	22	15.810	4.322	0.921	0.273
	415	22	15.636	4.623	0.986	0.296
	416	22	12.129	4.788	1.021	0.395
	417	22	5.477	1.803	0.384	0.329
	418	22	5.830	1.820	0.388	0.312
	419	22	5.580	1.847	0.394	0.331
	420	22	5.159	2.092	0.446	0.406
	421	22	2.283	0.501	0.107	0.219
	422	22	2.455	0.528	0.113	0.215
	423	22	2.305	0.540	0.115	0.234
	424	22	2.272	0.724	0.154	0.319
Alpha-Wellen	425	22	0.110	0.155	0.033	1.413
	426	22	0.087	0.114	0.024	1.317
	427	22	0.078	0.116	0.025	1.479
	428	22	0.107	0.126	0.027	1.174
	429	22	28.119	17.274	3.683	0.614
	430	22	31.227	15.967	3.404	0.511
	431	22	32.494	17.674	3.768	0.544
	432	22	39.091	21.603	4.606	0.553
	433	22	9.421	1.398	0.298	0.148
	434	22	9.261	1.294	0.276	0.140
	435	22	9.330	1.240	0.264	0.133
	436	22	9.193	2.355	0.502	0.256
	437	22	2.323	0.866	0.185	0.373
	438	22	2.216	0.721	0.154	0.326
	439	22	2.443	0.839	0.179	0.343
	440	22	1.873	0.849	0.181	0.453

Tab. 29 A: (1. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	441	22	0.041	0.020	0.004	0.491
	442	22	0.038	0.022	0.005	0.586
	443	22	0.034	0.020	0.004	0.004
	444	22	0.030	0.014	0.003	0.484
	445	22	15.013	5.857	1.249	0.390
	446	22	18.922	7.297	1.556	0.386
	447	22	19.761	7.878	1.680	0.399
	448	22	16.731	10.314	2.199	0.616
	449	22	15.761	4.330	0.923	0.275
	450	22	17.295	5.441	1.160	0.315
	451	22	17.318	5.630	1.200	0.325
	452	22	14.443	5.314	1.133	0.368
	453	22	8.547	2.707	0.577	0.317
	454	22	8.971	2.481	0.529	0.277
	455	22	8.817	3.066	0.654	0.348
	456	22	7.078	3.712	0.793	0.525
B 2 /B 3	457	22	0.751	0.578	0.123	0.769
	458	22	0.718	0.502	0.107	0.699
	459	22	0.702	0.497	0.106	0.707
	460	22	0.529	0.534	0.114	1.010
Glstg.	461	22	0.313	0.235	0.050	0.752
	462	22	0.225	0.183	0.039	0.813
	463	22	0.196	0.186	0.040	0.948
	464	22	0.223	0.185	0.039	0.830

bzw. gleiche Grade (occipital). Die dritte Untersuchung zeigte gegenüber der zweiten frontal und parietal Steigerungen, präzentral und occipital Minderungen. In der vierten Untersuchung stiegen im Vergleich zur dritten die absoluten Theta-Ausprägungsgrade präzentral, parietal und occipital, fielen dagegen frontal. Alle Regionen zeigten aber höhere Werte (4. Untersuchung) als die erste Untersuchung.

Die relative Ausprägung der Theta-Wellen war von frontal bis occipital in der zweiten Untersuchung höher als in der ersten. Frontal war in der dritten Untersuchung eine weitere Steigerung zu sehen, präzentral, parietal und occipital eine Abnahme. Die vierte Untersuchung brachte wieder höhere Ausprägungsgrade als die Voruntersuchung und auch als die erste Untersuchung.

Tab. 30: (2. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	468	22	0.130	0.103	0.022	0.788
	469	22	0.082	0.089	0.019	1.084
	470	22	0.071	0.087	0.018	1.221
	471	22	0.063	0.086	0.018	1.363
	472	22	37.519	14.286	3.046	0.381
	473	22	29.195	12.917	2.754	0.442
	474	22	28.535	12.278	2.618	0.430
	475	22	26.039	13.831	2.949	0.531
	476	22	0.670	0.249	0.053	0.371
	477	22	0.739	0.652	0.139	0.883
	478	22	0.682	0.280	0.060	0.411
	479	22	0.682	0.234	0.050	0.343
	480	22	1.231	0.377	0.080	0.306
	481	22	1.461	0.367	0.078	0.251
	482	22	1.452	0.378	0.081	0.261
	483	22	1.439	0.319	0.068	0.222
Theta-Wellen	484	22	0.046	0.026	0.006	0.577
	485	22	0.043	0.029	0.006	0.671
	486	22	0.034	0.026	0.005	0.756
	487	22	0.027	0.024	0.005	0.879
	488	22	13.471	3.279	0.699	0.243
	489	22	16.205	5.619	1.198	0.347
	490	22	15.685	4.501	0.960	0.287
	491	22	13.103	4.371	0.932	0.334
	492	22	5.091	1.735	0.370	0.341
	493	22	5.409	1.809	0.386	0.334
	494	22	5.114	1.835	0.391	0.359
	495	22	5.477	1.839	0.392	0.336
	496	22	2.231	0.521	0.111	0.233
	497	22	2.397	0.568	0.121	0.237
	498	22	2.376	0.582	0.124	0.245
	499	22	2.337	0.643	0.137	0.275
Alpha-Wellen	500	22	0.091	0.090	0.019	0.989
	501	22	0.081	0.085	0.018	1.041
	502	22	0.069	0.080	0.017	1.153
	503	22	0.095	0.154	0.033	1.624
	504	22	25.243	17.690	3.772	0.701
	505	22	28.978	17.814	3.798	0.615
	506	22	29.068	17.021	3.629	0.586
	507	22	35.683	19.978	4.259	0.560
	508	22	9.136	1.112	0.237	0.122
	509	22	9.046	1.054	0.225	0.117
	510	22	9.239	1.125	0.240	0.122
	511	22	9.852	1.125	0.240	0.114
	512	22	2.468	0.963	0.205	0.390
	513	22	2.409	0.834	0.178	0.349
	514	22	2.409	0.828	0.177	0.344
	515	22	2.306	0.904	0.193	0.392

Tab. 30 A: (2. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	516	22	0.052	0.031	0.007	0.599
	517	22	0.050	0.033	0.007	0.643
	518	22	0.045	0.033	0.007	0.748
	519	22	0.038	0.029	0.006	0.765
	520	22	16.702	9.288	1.980	0.556
	521	22	20.502	10.297	2.195	0.502
	522	22	21.477	11.353	2.421	0.529
	523	22	20.672	13.207	2.816	0.639
	524	22	14.841	2.883	0.615	0.194
	525	22	15.284	2.983	0.636	0.195
	526	22	14.818	2.645	0.564	0.178
	527	22	14.557	2.709	0.578	0.186
	528	22	8.701	2.348	0.501	0.270
	529	22	9.139	2.682	0.572	0.293
	530	22	8.440	2.425	0.517	0.287
	531	22	7.330	2.974	0.634	0.406
Glstg. B2/B3	532	22	0.877	0.610	0.130	0.696
	533	22	0.824	0.578	0.123	0.702
	534	22	0.775	0.521	0.111	0.672
	535	22	0.512	0.304	0.065	0.606
	536	22	0.347	0.201	0.043	0.580
	537	22	0.272	0.191	0.041	0.704
	538	22	0.232	0.189	0.040	0.812
	539	22	0.233	0.243	0.052	1.043

Bei der dominanten Theta-Frequenz konnte man gegenüber der ersten Untersuchung in der zweiten nur occipital eine Zunahme, frontal, präzentral und parietal dagegen eine Abnahme feststellen. Die dominante Theta-Frequenz sank dann (dritte Untersuchung) in allen Ableitungen unter die Vorwerte, stieg aber in der letzten Untersuchung über diese an.

Die absolute Ausprägung der Alpha-Wellen war in der zweiten Untersuchung von frontal bis occipital geringer als in der ersten. In der dritten Untersuchung konnten über allen Regionen höhere Grade als in der zweiten gefunden werden. Bei der vierten Untersuchung schließlich war die absolute Ausprägung am höchsten überhaupt.
Die relative Ausprägung der Alpha-Wellen fand man bei der zwei-

Tab. 31: (3. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	543	22	0.119	0.096	0.020	0.802
	544	22	0.090	0.094	0.020	1.039
	545	22	0.070	0.074	0.016	1.063
	546	22	0.059	0.080	0.017	1.361
	547	22	36.559	12.211	2.604	0.334
	548	22	32.098	11.725	2.500	0.365
	549	22	31.828	11.902	2.538	0.374
	550	22	28.121	13.734	2.928	0.488
	551	22	0.750	0.416	0.089	0.554
	552	22	0.841	0.595	0.127	0.708
	553	22	0.852	0.295	0.063	0.347
	554	22	0.886	0.596	0.127	0.673
	555	22	1.291	0.369	0.079	0.286
	556	22	1.404	0.355	0.076	0.253
	557	22	1.364	0.390	0.083	0.286
	558	22	1.374	0.347	0.074	0.252
Theta-Wellen	559	22	0.048	0.033	0.007	0.689
	560	22	0.041	0.032	0.007	0.787
	561	22	0.035	0.033	0.007	0.932
	562	22	0.025	0.026	0.005	1.005
	563	22	14.248	4.420	0.942	0.310
	564	22	15.967	4.362	0.930	0.273
	565	22	14.755	5.826	1.242	0.395
	566	22	12.497	4.224	0.901	0.338
	567	22	4.852	1.676	0.357	0.345
	568	22	5.250	1.785	0.380	0.340
	569	22	4.534	1.851	0.395	0.408
	570	22	5.148	1.723	0.367	0.335
	571	22	2.335	0.549	0.117	0.235
	572	22	2.456	0.623	0.133	0.254
	573	22	2.312	0.861	0.184	0.372
	574	22	2.343	0.620	0.132	0.264
Alpha-Wellen	575	22	0.097	0.126	0.027	1.299
	576	22	0.085	0.121	0.026	1.419
	577	22	0.077	0.119	0.025	1.546
	578	22	0.096	0.179	0.038	1.859
	579	22	24.533	13.496	2.877	0.550
	580	22	27.245	14.259	3.040	0.523
	581	22	27.158	14.987	3.195	0.552
	582	22	35.322	18.593	3.964	0.526
	583	22	9.455	1.377	0.294	0.146
	584	22	9.296	1.231	0.262	0.132
	585	22	9.057	2.367	0.505	0.261
	586	22	9.921	1.045	0.223	0.105
	587	22	2.446	0.871	0.186	0.356
	588	22	2.321	0.835	0.178	0.360
	589	22	2.290	0.924	0.197	0.403
	590	22	2.216	0.854	0.182	0.385

Tab. 31 A: (3. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	591	22	0.054	0.037	0.008	0.686
	592	22	0.050	0.037	0.008	0.743
	593	22	0.043	0.040	0.008	0.931
	594	22	0.037	0.036	0.008	0.970
	595	22	18.266	10.924	2.329	0.598
	596	22	19.957	8.469	1.806	0.424
	597	22	20.461	13.499	2.878	0.660
	598	22	19.127	11.958	2.549	0.625
	599	22	14.489	2.337	0.498	0.161
	600	22	15.341	3.019	0.644	0.197
	601	22	13.773	3.780	0.806	0.274
	602	22	13.455	3.768	0.803	0.280
	603	22	7.587	2.867	0.611	0.378
	604	22	7.766	3.155	0.673	0.406
	605	22	7.359	3.566	0.760	0.485
	606	22	5.984	3.007	0.641	0.502
B2/B3	607	22	0.815	0.539	0.115	0.661
	608	22	0.772	0.452	0.096	0.586
	609	22	0.742	0.511	0.109	0.689
	610	22	0.516	0.370	0.079	0.731
Glstg.	611	22	0.337	0.235	0.050	0.698
	612	22	0.278	0.238	0.051	0.858
	613	22	0.230	0.216	0.046	0.937
	614	22	0.226	0.259	0.055	1.147

ten Untersuchung über allen Ableitungen geringer als bei der Morgenuntersuchung. Alle Werte waren in der dritten Untersuchung noch niedriger, stiegen aber dann in der vierten Untersuchung über diese an.

Die dominante Alpha-Frequenz fiel in der zweiten Untersuchung frontal, präzentral und parietal unter die entsprechenden Werte der Voruntersuchung, nur occipital war eine höhere Frequenz (um 0.66 /sec) festzustellen. Die dritte Untersuchung brachte frontal, präzentral und occipital höhere Frequenzen als die zweite, parietal eine niedrigere. Die dominante Alpha-Frequenz war dann in der vierten Untersuchung präzentral, parietal und occipital noch etwas höher als die der dritten Untersuchung, frontal nahm sie ab. Die Alpha-Frequenzen der Ableitungen der vierten Untersuchung waren, außer frontal, höher als bei der

Tab. 32: (4. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	618	22	0.081	0.043	0.009	0.527
	619	22	0.061	0.040	0.009	0.650
	620	22	0.053	0.043	0.009	0.824
	621	22	0.044	0.041	0.009	0.937
	622	22	30.488	12.379	2.639	0.406
	623	22	26.211	11.153	2.378	0.426
	624	22	26.625	12.461	2.657	0.468
	625	22	23.997	10.823	2.308	0.451
	626	22	0.864	0.474	0.101	0.549
	627	22	0.852	0.275	0.059	0.322
	628	22	0.864	0.399	0.085	0.462
	629	22	0.955	0.441	0.094	0.462
	630	22	1.497	0.396	0.084	0.264
	631	22	1.635	0.369	0.079	0.226
	632	22	1.613	0.385	0.082	0.238
	633	22	1.538	0.349	0.074	0.227
Theta-Wellen	634	22	0.045	0.031	0.007	0.688
	635	22	0.047	0.036	0.008	0.767
	636	22	0.037	0.034	0.007	0.911
	637	22	0.027	0.031	0.007	1.121
	638	22	15.004	4.980	1.062	0.332
	639	22	17.318	6.279	1.339	0.363
	640	22	16.712	5.387	1.148	0.322
	641	22	12.500	5.224	1.114	0.418
	642	22	5.659	1.714	0.365	0.303
	643	22	5.568	1.644	0.351	0.295
	644	22	5.477	1.778	0.379	0.325
	645	22	5.466	2.089	0.445	0.382
	646	22	2.444	0.558	0.119	0.228
	647	22	2.325	0.510	0.109	0.219
	648	22	2.381	0.417	0.089	0.175
	649	22	2.360	0.706	0.151	0.299
Alpha-Wellen	650	22	0.112	0.136	0.029	1.219
	651	22	0.099	0.120	0.026	1.216
	652	22	0.082	0.115	0.024	1.402
	653	22	0.101	0.166	0.035	1.640
	654	22	29.337	16.622	3.544	0.567
	655	22	30.363	16.278	3.471	0.536
	656	22	29.946	16.602	3.540	0.554
	657	22	37.790	17.345	3.698	0.459
	658	22	9.386	1.214	0.259	0.129
	659	22	9.375	1.195	0.255	0.127
	660	22	9.375	1.043	0.222	0.111
	661	22	9.932	1.030	0.220	0.104
	662	22	2.338	0.865	0.185	0.370
	663	22	2.353	0.881	0.188	0.374
	664	22	2.391	0.952	0.203	0.400
	665	22	2.171	0.865	0.184	0.400

Tab. 32 A: (4. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	666	22	0.060	0.046	0.010	0.766
	667	22	0.059	0.048	0.010	0.826
	668	22	0.053	0.049	0.010	0.929
	669	22	0.046	0.049	0.010	1.070
	670	22	20.835	12.455	2.655	0.560
	671	22	22.666	12.155	2.591	0.536
	672	22	23.750	13.873	2.956	0.584
	673	22	22.811	14.179	3.023	0.622
	674	22	14.920	2.868	0.611	0.192
	675	22	15.148	2.855	0.609	0.189
	676	22	15.989	4.425	0.943	0.277
	677	22	15.364	4.417	0.942	0.288
	678	22	8.475	2.454	0.523	0.290
	679	22	8.382	1.815	0.387	0.216
	680	22	7.557	2.426	0.517	0.321
	681	22	7.466	2.264	0.483	0.303
B 2/B 3	682	22	0.708	0.427	0.091	0.604
	683	22	0.782	0.481	0.103	0.615
	684	22	0.756	0.443	0.094	0.585
	685	22	0.443	0.272	0.058	0.614
Gistg.	686	22	0.308	0.203	0.043	0.658
	687	22	0.270	0.198	0.042	0.732
	688	22	0.228	0.196	0.042	0.862
	689	22	0.223	0.250	0.053	1.119

Morgenuntersuchung.

In der zweiten Untersuchung waren die absoluten Ausprägungsgrade der Beta-Wellen über allen Hirnregionen stärker als bei der ersten. Frontal und präzentral nahm die absolute Ausprägung in der dritten Untersuchung noch zu, parietal und occipital ab. In der vierten Untersuchung wurden über allen Regionen die höchsten Werte erzielt.
Die relative Ausprägung der Beta-Wellen verhielt sich ähnlich, d. h. auch bei ihr konnten bei der letzten Untersuchung in allen Ableitungen die höchsten Grade gemessen werden.
Die dominante Frequenz der Beta-Wellen war frontal, präzentral und parietal bei der zweiten Untersuchung niedriger als bei der ersten, occipital lag sie etwas höher. Präzentral kam es in der

dritten Untersuchung zu einem Anstieg der dominanten Beta-Frequenz, frontal, parietal und occipital zu einer Abnahme. Die vierte Untersuchung verhielt sich zur dritten entgegengesetzt. Die Schwankungen waren zum Teil recht ausgeprägt.

Frontal, präzentral und parietal war der Ausprägungsquotient (ASQ) in der zweiten Untersuchung höher als in der ersten, occipital niedriger. Bei der dritten Untersuchung war es genau umgekehrt. In der vierten Untersuchung wurde der ASQ präzentral und parietal größer als bei der Voruntersuchung, frontal und occipital kleiner.
Die Gesamtleistung war in der zweiten Untersuchung über allen Regionen vermehrt, sie zeigte dann bis zur vierten Untersuchung nur noch geringfügige Schwankungen.

Dritter Untersuchungstag (Tab. 33 - 36 A)

Die absolute Ausprägung der Delta-Wellen war frontal bis occipital von der ersten zur zweiten Untersuchung vermindert. In der dritten Untersuchung war parietal und occipital eine nochmalige Verminderung zu bemerken, frontal und präzentral eine Steigerung. In der vierten Untersuchung sanken die Werte für die absolute Ausprägung der Delta-Wellen sogar unter die anfänglich erreichten.
Bei der relativen Delta-Ausprägung konnte man, ebenfalls über allen Ableitungen, bei der zweiten Untersuchung im Vergleich zur ersten niedrigere Mittelwerte messen. Die dritte Untersuchung brachte wieder, außer präzentral, etwas stärkere Ausprägungsgrade. In der vierten Untersuchung fielen die relativen Ausprägungen der Delta-Wellen unter die der dritten und auch unter die der ersten Untersuchung.
Frontal und präzentral fiel die dominante Delta-Frequenz von der ersten zur zweiten Untersuchung, parietal und occipital stieg sie an. Die dritte Untersuchung zeigte gegenüber der zweiten, mit Ausnahme der occipitalen Ableitung, Frequenzsteigerungen. Die letzte Untersuchung brachte im Vergleich zur vorigen höhere Delta-Frequenzen über allen Regionen.

Die absolute Ausprägung der Theta-Wellen war frontal etwas stär-

Tab. 33: (1. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	693	25	0.125	0.117	0.023	0.932
	694	25	0.084	0.110	0.022	1.319
	695	25	0.073	0.124	0.025	1.692
	696	25	0.058	0.091	0.018	1.564
	697	25	36.942	12.419	2.484	0.336
	698	25	30.892	13.334	2.667	0.432
	699	25	28.947	14.778	2.956	0.511
	700	25	25.379	14.640	2.928	0.577
	701	25	0.860	0.540	0.108	0.628
	702	25	0.880	0.299	0.060	0.339
	703	25	0.790	0.320	0.064	0.405
	704	25	0.780	0.363	0.073	0.466
	705	25	1.358	0.331	0.066	0.244
	706	25	1.520	0.386	0.077	0.254
	707	25	1.542	0.267	0.053	0.173
	708	25	1.512	0.395	0.079	0.261
Theta-Wellen	709	25	0.042	0.025	0.005	0.591
	710	25	0.041	0.028	0.006	0.680
	711	25	0.035	0.035	0.007	1.002
	712	25	0.029	0.031	0.006	1.064
	713	25	13.356	3.886	0.777	0.291
	714	25	15.794	4.852	0.970	0.307
	715	25	15.354	4.798	0.960	0.313
	716	25	12.634	4.172	0.834	0.330
	717	25	4.690	1.530	0.306	0.326
	718	25	5.070	1.690	0.338	0.333
	719	25	5.050	1.702	0.340	0.337
	720	25	5.310	1.839	0.368	0.346
	721	25	2.423	0.566	0.113	0.234
	722	25	2.412	0.629	0.126	0.261
	723	25	2.446	0.570	0.114	0.233
	724	25	2.349	0.563	0.113	0.240
Alpha-Wellen	725	25	0.085	0.092	0.018	1.083
	726	25	0.080	0.092	0.018	1.162
	727	25	0.071	0.099	0.020	1.393
	728	25	0.108	0.182	0.036	1.681
	729	25	23.261	12.509	2.502	0.538
	730	25	26.669	14.098	2.820	0.529
	731	25	28.874	15.870	3.174	0.550
	732	25	37.859	18.087	3.617	0.478
	733	25	9.240	1.019	0.204	0.110
	734	25	9.300	1.010	0.202	0.109
	735	25	9.280	1.064	0.213	0.115
	736	25	9.700	0.916	0.183	0.094
	737	25	2.282	0.787	0.157	0.345
	738	25	2.204	0.744	0.149	0.338
	739	25	2.338	0.889	0.178	0.380
	740	25	2.033	0.741	0.148	0.365

Tab. 33 A: (1. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	741	25	0.056	0.038	0.008	0.682
	742	25	0.054	0.044	0.009	0.821
	743	25	0.045	0.042	0.008	0.939
	744	25	0.038	0.027	0.005	0.725
	745	25	19.594	10.057	2.011	0.513
	746	25	22.453	11.075	2.215	0.493
	747	25	23.060	13.007	2.601	0.564
	748	25	20.182	12.238	2.448	0.606
	749	25	16.870	4.441	0.888	0.263
	750	25	17.100	3.518	0.704	0.206
	751	25	16.260	2.967	0.593	0.182
	752	25	14.330	2.305	0.461	0.161
	753	25	8.430	2.894	0.579	0.343
	754	25	9.373	2.236	0.447	0.239
	755	25	8.675	3.043	0.609	0.351
	756	25	7.581	3.044	0.609	0.401
B2/B3	757	25	0.769	0.447	0.089	0.581
	758	25	0.837	0.588	0.118	0.703
	759	25	0.814	0.730	0.146	0.897
	760	25	0.503	0.452	0.090	0.899
Glstg.	761	25	0.328	0.219	0.044	0.667
	762	25	0.266	0.205	0.041	0.771
	763	25	0.236	0.226	0.045	0.960
	764	25	0.240	0.266	0.053	1.110

ker als in der ersten, präzentral, parietal und occipital etwas schwächer. Die dritte Untersuchung zeigte über allen Hirnregionen Zunahmen der absoluten Theta-Ausprägung, die vierte wieder Abnahmen.

Frontal und präzentral waren von der ersten zur zweiten Untersuchung die relativen Ausprägungsgrade der Theta-Wellen vermehrt, parietal und occipital vermindert. Die relativen Anteile der Theta-Wellen nahmen in der dritten Untersuchung über allen Ableitungen zu und steigerten sich, mit Ausnahme der frontalen Anteile, sogar in der vierten Untersuchung.

Die dominante Theta-Frequenz wies von der ersten zur zweiten Untersuchung frontal, präzentral und occipital Erhöhungen auf, parietal eine geringfügige Verminderung. Mit Ausnahme der occipitalen Ableitung stieg die dominante Theta-Frequenz in der drit-

Tab. 34: (2. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	768	25	0.091	0.080	0.016	0.879
	769	25	0.066	0.081	0.016	1.220
	770	25	0.058	0.075	0.015	1.300
	771	25	0.053	0.069	0.014	1.299
	772	25	32.214	12.593	2.519	0.391
	773	25	26.959	9.345	1.869	0.347
	774	25	26.202	11.512	2.303	0.439
	775	25	22.550	12.680	2.536	0.562
	776	25	0.670	0.351	0.070	0.525
	777	25	0.780	0.317	0.063	0.407
	778	25	0.850	0.346	0.069	0.407
	779	25	0.890	0.369	0.074	0.414
	780	25	1.274	0.331	0.066	0.260
	781	25	1.485	0.389	0.078	0.262
	782	25	1.420	0.376	0.075	0.265
	783	25	1.427	0.400	0.080	0.280
Theta-Wellen	784	25	0.044	0.032	0.006	0.743
	785	25	0.040	0.035	0.007	0.874
	786	25	0.032	0.032	0.006	0.988
	787	25	0.026	0.025	0.005	0.959
	788	25	14.008	4.973	0.995	0.355
	789	25	15.898	5.307	1.061	0.334
	790	25	14.784	5.358	1.072	0.362
	791	25	11.127	4.059	0.812	0.365
	792	25	5.250	1.813	0.363	0.345
	793	25	5.090	1.753	0.351	0.344
	794	25	5.040	1.745	0.349	0.346
	795	25	5.350	1.885	0.377	0.352
	796	25	2.364	0.561	0.112	0.237
	797	25	2.509	0.590	0.118	0.235
	798	25	2.482	0.528	0.106	0.213
	799	25	2.340	0.557	0.111	0.238
Alpha-Wellen	800	25	0.107	0.101	0.020	0.949
	801	25	0.091	0.094	0.019	1.027
	802	25	0.082	0.084	0.017	1.025
	803	25	0.141	0.169	0.034	1.199
	804	25	30.801	16.019	3.204	0.520
	805	25	33.142	15.150	3.030	0.457
	806	25	35.422	16.983	3.397	0.479
	807	25	45.244	20.274	4.055	0.448
	808	25	9.530	1.091	0.218	0.114
	809	25	9.550	1.061	0.212	0.111
	810	25	9.590	1.020	0.204	0.106
	811	25	9.790	0.918	0.184	0.094
	812	25	2.155	0.785	0.157	0.364
	813	25	2.179	0.833	0.167	0.382
	814	25	2.266	0.970	0.194	0.428
	815	25	1.899	0.790	0.158	0.416

Tab. 34 A: (2. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	816	25	0.042	0.020	0.004	0.483
	817	25	0.040	0.022	0.004	0.556
	818	25	0.035	0.022	0.004	0.627
	819	25	0.034	0.021	0.004	0.623
	820	25	16.546	6.900	1.380	0.417
	821	25	19.429	7.857	1.571	0.404
	822	25	18.945	9.598	1.920	0.507
	823	25	17.220	9.896	1.979	0.575
	824	25	16.360	4.140	0.828	0.253
	825	25	17.000	4.054	0.811	0.238
	826	25	15.090	5.125	1.025	0.340
	827	25	14.880	3.809	0.762	0.256
	828	25	8.135	2.781	0.556	0.342
	829	25	8.261	2.827	0.565	0.342
	830	25	7.089	3.538	0.708	0.499
	831	25	7.404	2.751	0.550	0.371
B2/B3	832	25	0.644	0.494	0.099	0.768
	833	25	0.664	0.551	0.110	0.830
	834	25	0.576	0.464	0.093	0.807
	835	25	0.370	0.352	0.070	0.951
Glstg.	836	25	0.305	0.214	0.043	0.702
	837	25	0.250	0.214	0.043	0.855
	838	25	0.217	0.185	0.037	0.852
	839	25	0.267	0.242	0.048	0.907

ten Untersuchung und erreichte in der vierten die höchsten Frequenzen über allen Regionen.

Die absolute Ausprägung der Alpha-Wellen war in der zweiten Untersuchung in allen Ableitungen höher, in der dritten niedriger als in der jeweiligen Voruntersuchung. Die vierte Untersuchung brachte frontal und occipital gegenüber der dritten höhere Ausprägungsgrade, präzentral und parietal niedrigere. Alle Werte der vierten Untersuchung lagen über den Ausgangswerten.
Bei der relativen Ausprägung der Alpha-Wellen sah es ähnlich aus, d. h. alle relativen Ausprägungsgrade der zweiten Untersuchung waren über, alle der dritten Untersuchung unter und alle der vierten wieder über denen der jeweiligen Voruntersuchung gelegen. Die Ausprägungsgrade der vierten Untersuchung lagen über

Tab. 35: (3. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	843	25	0.096	0.054	0.011	0.562
	844	25	0.067	0.045	0.009	0.670
	845	25	0.057	0.041	0.008	0.715
	846	25	0.048	0.039	0.008	0.802
	847	25	32.640	11.846	2.369	0.363
	848	25	26.233	10.874	2.175	0.415
	849	25	26.531	10.170	2.034	0.383
	850	25	23.501	11.738	2.348	0.499
	851	25	0.730	0.374	0.075	0.513
	852	25	0.890	0.315	0.063	0.354
	853	25	0.930	0.561	0.112	0.604
	854	25	0.830	0.320	0.064	0.386
	855	25	1.288	0.357	0.071	0.277
	856	25	1.443	0.400	0.080	0.277
	857	25	1.496	0.496	0.099	0.332
	858	25	1.468	0.483	0.097	0.329
Theta-Wellen	859	25	0.045	0.033	0.007	0.726
	860	25	0.048	0.040	0.008	0.837
	861	25	0.040	0.037	0.007	0.919
	862	25	0.029	0.028	0.006	0.984
	863	25	14.416	4.858	0.972	0.337
	864	25	16.530	6.999	1.400	0.423
	865	25	16.134	6.700	1.140	0.353
	866	25	12.669	4.344	0.869	0.343
	867	25	5.400	1.694	0.339	0.314
	868	25	5.460	1.742	0.348	0.319
	869	25	5.270	1.675	0.335	0.318
	870	25	5.330	1.908	0.382	0.358
	871	25	2.375	0.508	0.102	0.214
	872	25	2.397	0.563	0.113	0.235
	873	25	2.490	0.583	0.117	0.234
	874	25	2.556	0.478	0.096	0.187
Alpha-Wellen	875	25	0.089	0.092	0.018	1.035
	876	25	0.083	0.090	0.018	1.087
	877	25	0.078	0.091	0.018	1.167
	878	25	0.111	0.164	0.033	1.479
	879	25	27.480	15.437	3.087	0.562
	880	25	29.978	15.623	3.125	0.521
	881	25	30.842	16.181	3.236	0.525
	882	25	40.104	20.925	4.185	0.522
	883	25	9.350	1.134	0.227	0.121
	884	25	9.400	1.046	0.209	0.111
	885	25	9.380	0.916	0.183	0.098
	886	25	9.820	1.009	0.202	0.103
	887	25	2.228	0.759	0.152	0.341
	888	25	2.218	0.799	0.160	0.360
	889	25	2.249	0.851	0.170	0.378
	890	25	2.096	0.827	0.165	0.394

Tab. 35 A: (3. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	891	25	0.055	0.036	0.007	0.653
	892	25	0.059	0.050	0.010	0.839
	893	25	0.045	0.030	0.006	0.679
	894	25	0.039	0.032	0.006	0.813
	895	25	18.309	8.232	1.646	0.450
	896	25	22.100	13.518	2.704	0.612
	897	25	20.264	11.560	2.312	0.570
	898	25	19.050	13.301	2.660	0.698
	899	25	15.910	3.377	0.675	0.212
	900	25	15.610	3.669	0.734	0.235
	901	25	15.780	3.167	0.633	0.201
	902	25	14.270	2.884	0.577	0.202
	903	25	8.102	3.356	0.671	0.414
	904	25	8.302	3.291	0.658	0.396
	905	25	7.723	3.071	0.614	0.398
	906	25	7.304	2.671	0.534	0.366
B2/B3	907	25	0.747	0.517	0.103	0.693
	908	25	0.738	0.489	0.098	0.663
	909	25	0.702	0.460	0.092	0.655
	910	25	0.476	0.375	0.075	0.788
Glstg.	911	25	0.304	0.166	0.033	0.546
	912	25	0.266	0.179	0.036	0.671
	913	25	0.230	0.175	0.035	0.763
	914	25	0.233	0.228	0.046	0.977

denen der ersten.
In der zweiten Untersuchung wies die dominante Alpha-Frequenz von frontal bis occipital Steigerungen im Vergleich zur ersten auf (frontal um 0.29 /sec, präzentral um 0.25 /sec, parietal um 0.31 /sec und occipital um 0.09 /sec). Weitere Frequenzzunahme konnte in der dritten Untersuchung nur occipital beobachtet werden, in den anderen Regionen Abnahmen. In der vierten Untersuchung lagen die dominanten Alpha-Frequenzen frontal, präzentral und occipital über den entsprechenden Frequenzen der dritten und ersten Untersuchung, parietal darunter.

Alle Regionen zeigten in der zweiten Untersuchung absolute Beta-Ausprägungen, die unter denen der ersten Untersuchung lagen. In der dritten Untersuchung konnte das Gegenteil beobachtet werden.

Tab. 36: (4. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Delta-Wellen	918	25	0.079	0.043	0.009	0.543
	919	25	0.048	0.025	0.005	0.514
	920	25	0.040	0.023	0.005	0.590
	921	25	0.038	0.024	0.005	0.631
	922	25	30.480	9.410	1.882	0.309
	923	25	24.611	7.765	1.553	0.316
	924	25	24.214	9.681	1.936	0.400
	925	25	21.544	9.299	1.860	0.432
	926	25	0.800	0.361	0.072	0.451
	927	25	0.950	0.331	0.066	0.348
	928	25	0.980	0.653	0.131	0.667
	929	25	0.840	0.345	0.069	0.411
	930	25	1.375	0.343	0.069	0.249
	931	25	1.550	0.377	0.075	0.243
	932	25	1.493	0.385	0.077	0.258
	933	25	1.479	0.429	0.086	0.290
Theta-Wellen	934	25	0.040	0.025	0.005	0.613
	935	25	0.038	0.029	0.006	0.771
	936	25	0.032	0.027	0.005	0.846
	937	25	0.026	0.023	0.005	0.888
	938	25	14.278	4.264	0.853	0.299
	939	25	16.929	4.870	0.974	0.288
	940	25	16.302	4.263	0.853	0.262
	941	25	12.850	4.969	0.994	0.387
	942	25	5.590	1.576	0.315	0.282
	943	25	5.780	1.670	0.334	0.289
	944	25	5.640	1.663	0.333	0.295
	945	25	5.510	1.799	0.360	0.327
	946	25	2.396	0.506	0.101	0.211
	947	25	2.498	0.515	0.103	0.206
	948	25	2.573	0.399	0.080	0.155
	949	25	2.478	0.554	0.111	0.223
Alpha-Wellen	950	25	0.091	0.095	0.019	1.048
	951	25	0.082	0.088	0.018	1.079
	952	25	0.074	0.086	0.017	1.165
	953	25	0.114	0.150	0.030	1.310
	954	25	27.745	14.193	2.839	0.512
	955	25	31.089	13.801	2.760	0.444
	956	25	31.774	15.336	3.067	0.483
	957	25	40.953	18.813	3.763	0.459
	958	25	9.490	1.091	0.218	0.115
	959	25	9.440	1.109	0.222	0.118
	960	25	9.220	2.140	0.428	0.232
	961	25	9.960	1.082	0.216	0.109
	962	25	2.241	0.758	0.152	0.338
	963	25	2.186	0.822	0.164	0.376
	964	25	2.127	0.949	0.190	0.446
	965	25	1.956	0.835	0.167	0.427

Tab. 36 A: (4. Untersuchung) EEG-Parameter

Band	VAR	N	YQ	S	MFM	VACO
Beta-Wellen	966	25	0.064	0.064	0.013	1.001
	967	25	0.052	0.034	0.007	0.647
	968	25	0.045	0.035	0.007	0.784
	969	25	0.042	0.031	0.006	0.737
	970	25	22.387	11.636	2.327	0.520
	971	25	23.859	9.601	1.920	0.402
	972	25	23.750	11.437	2.287	0.482
	973	25	21.070	11.980	2.396	0.569
	974	25	16.180	3.454	0.691	0.213
	975	25	16.830	3.796	0.759	0.226
	976	25	15.540	4.688	0.938	0.302
	977	25	13.830	3.997	0.799	0.289
	978	25	9.026	3.026	0.605	0.335
	979	25	8.623	3.146	0.629	0.365
	980	25	8.004	3.812	0.762	0.476
	981	25	6.740	2.770	0.554	0.411
B2/B3	982	25	0.692	0.448	0.090	0.647
	983	25	0.712	0.465	0.093	0.652
	984	25	0.695	0.490	0.098	0.706
	985	25	0.476	0.411	0.082	0.865
Glstg.	986	25	0.287	0.172	0.034	0.598
	987	25	0.223	0.158	0.032	0.708
	988	25	0.195	0.155	0.031	0.794
	989	25	0.225	0.207	0.041	0.922

Frontal und occipital nahmen die absoluten Beta-Ausprägungsgrade im Vergleich zur dritten Untersuchung noch zu, die präzentrale Ableitung hatte etwas niedrigere Grade, die parietale gleiche.

Die relativen Ausprägungen der Beta-Wellen lagen in der zweiten Untersuchung unter denen der ersten, in der dritten lagen sie wieder darüber, die höchsten Grade wurden dann in der vierten Untersuchung erreicht, jeweils in allen Hirnregionen.

Bei der dominanten Beta-Frequenz konnten in der zweiten Untersuchung frontal, präzentral und parietal niedrigere Werte, occipital höhere als zuvor gemessen werden. Die dominanten Beta-Frequenzen zeigten, außer parietal, weitere Abnahmen in der dritten Untersuchung. In der vierten Untersuchung wurden dann frontal und präzentral Frequenzsteigerungen, parietal und occipital

Frequenzminderungen beobachtet.

Der Ausprägungsquotient verminderte sich von der ersten zur zweiten Untersuchung über allen Ableitungen, stieg dann in der dritten Untersuchung über die Vorwerte an und sank dann in der vierten Untersuchung wieder unter die Werte der dritten und ersten Untersuchung.
Nur occipital war die Gesamtleistung bei der zweiten Untersuchung größer als zuvor, frontal, präzentral und parietal kleiner. Höhere Gesamtleistungen konnten präzentral und parietal in der dritten Untersuchung gemessen werden, während die vierte Untersuchung über allen Regionen die niedrigsten Gesamtleistungen erbrachte.

Gruppenvergleich:

In den folgenden Tabellen werden nur die signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen XQ und YQ aufgezeigt. Bei den Variablennummern (VAR) wird auch auf die Tab. 3 - 6 L verwiesen.

1. Blutdruck und Puls (Tab. 37)

Wie Tabelle 37 zeigt, wurden signifikante Veränderungen des Pulses am zweiten Tag bei der zweiten und dritten Untersuchung und am dritten Tag bei der zweiten Untersuchung gefunden. In allen Fällen handelte es sich um eine Pulserhöhung bei der Gruppe XQ. Veränderungen des Blutdrucks wurden nicht gefunden.

Tab. 37: Puls (signifikante Unterschiede)

U.-Tag	RF	VAR	XQ	YQ	F	t	p <
2.	II	467	89.76	80.16	48	2.451	0.020
	III	542	93.60	84.32	48	2.963	0.005
3.	II	767	88.80	81.28	48	2.032	0.050

2. Somatische Erscheinungen nach subjektiven Angaben

(Tab. 7 A und 22 A)

Da die Angaben der Versuchspersonen nur subjektiver Art waren, konnte natürlich kein sinnvoller statistischer Vergleich derselben durchgeführt werden. Es schien aber so zu sein, als ob bei der Gruppe XQ (Verum) nach Gabe des Medikamentes weniger Ermüdungserscheinungen als davor bemerkt worden seien.

3. Determinationszeiten

Bei den Determinationszeiten konnten keine signifikanten Veränderungen zwischen den beiden Gruppen nachgewiesen werden.

4. Reaktionszeiten

Nur bei einer Untersuchung (zweite Untersuchung am ersten Tag) wurde bei dem kombinierten Reiz (FT) zwischen beiden Gruppen ein deutlicher Unterschied gefunden. Hier war der Mittelwert der Reaktionszeit bei der Gruppe YQ geringer als bei der Gruppe XQ ($p < 0.05$). Bei allen anderen Reizen bzw. Untersuchungen und Tagen waren die Reaktionszeiten bei der Gruppe XQ etwas langsamer als bei der Gruppe YQ, jedoch erreichten diese Unterschiede nicht das Niveau der Signifikanz.

5. EEG-Vergleich

Erster Untersuchungstag (Tab. 38)

Wie die Tabelle 38 zeigt, wurden vor Gabe der Präparate (1. Untersuchung) im EEG kaum Unterschiede gefunden. In unserem Fall waren demzufolge, auch wie bei den anderen Parametern, in der bioelektrischen Konstitution die Gruppen nicht unterschiedlich gewesen.
Die zweite Untersuchung, d. h. 1.5 Stunden nach Gabe des Präparates, ergab bereits deutliche Unterschiede und zwar an den markantesten Stellen der Prüfparameter. Die absolute Leistung im Delta-Wellenbereich nahm signifikant über den präzentralen, pa-

rietalen und occipitalen Regionen bei der Gruppe YQ gegenüber der Gruppe XQ zu. Es war bei der Gruppe YQ demzufolge 1.5 Stunden nach Gabe des Präparates zur absoluten Vermehrung von Delta-Wellen gegenüber der Gruppe XQ gekommen.
Bei der dominanten Alpha-Wellenfrequenz, die schon bei der ersten Untersuchung bei der Gruppe XQ frontal signifikant höher war, konnte man eine - ebenfalls signifikante - Verschiebung zur präzentralen Ableitung erkennen.
Weiterhin kam es zu einer signifikanten Erhöhung der Frequenz von Beta-Wellen über der präzentralen Hirnregion bei der Gruppe YQ gegenüber der Gruppe XQ. Darüber hinaus war bei der Gruppe YQ eine Vergrößerung der äquivalenten Bandbreite von Beta-Wellen fast über allen Hirnregionen im Vergleich zur Gruppe XQ zu sehen. D. h., es war bei der Gruppe YQ zu einer Erhöhung der Beta-Wellenfrequenz aber auch zu einer größeren Streuung von Beta-Wellen gekommen.
Die Gesamtleistung nahm über den frontalen, präzentralen und parietalen Hirnregionen bei der Gruppe YQ signifikant gegenüber der Gruppe XQ zu.
Bei der dritten Untersuchung sind sehr wenig signifikante Differenzen zwischen den beiden Gruppen zu erkennen. Es kam bei der Gruppe XQ zu einer signifikanten Frequenzerhöhung der Alpha-Wellen frontal, d. h. die Verschiebung nach präzentral, die bei der zweiten Untersuchung festgestellt wurde, war in der dritten Untersuchung wieder rückläufig.
Eine sehr interessante Erscheinung sehen wir bei der vierten Untersuchung. Im Bereich der Delta-, Theta- und Alpha-Wellen gab es nur einige signifikante Veränderungen.
Bei den Beta-Wellen sehen wir bei der Gruppe YQ eine signifikante Erhöhung der absoluten Ausprägung präzentral und parietal und eine signifikante Erhöhung der Frequenz von Beta-Wellen präzentral. Darüber hinaus wird über allen Hirnregionen bei der Gruppe YQ eine Erweiterung der äquivalenten Bandbreite beobachtet.
Zusätzlich ist zu beobachten, daß die Gesamtleistung parietal und occipital bei der Gruppe YQ signifikant höher als bei der Gruppe XQ war.

Tab. 38: EEG-Vergleich (1. Untersuchungstag)

RF	VAR	XQ	YQ	F	t	p <
I	96	0.039	0.062	48	2.111	0.05
	106	1.192	1.448	48	2.259	0.03
	133	10.160	9.400	48	2.508	0.02
	163	0.155	0.274	48	2.362	0.03
II	169	0.047	0.082	44	2.261	0.03
	170	0.037	0.071	44	2.387	0.03
	171	0.033	0.062	44	2.156	0.04
	177	1.130	0.750	44	2.568	0.02
	185	0.027	0.040	44	2.201	0.04
	209	10.120	9.283	44	2.344	0.03
	225	14.315	16.989	44	2.189	0.04
	228	6.631	8.579	44	2.076	0.05
	230	6.098	8.157	44	2.159	0.04
	231	5.424	7.330	44	2.310	0.03
	236	0.235	0.358	44	2.107	0.05
	237	0.180	0.292	44	2.256	0.03
	238	0.152	0.251	44	2.374	0.03
III	269	4.250	5.284	43	2.096	0.05
	283	10.076	9.296	43	2.358	0.03
	291	0.037	0.051	43	2.275	0.03
	311	0.210	0.341	43	2.240	0.04
IV	323	31.755	24.225	42	2.354	0.03
	342	4.625	5.705	42	2.230	0.04
	345	4.625	5.830	42	2.278	0.03
	367	0.034	0.060	42	2.229	0.04
	368	0.029	0.051	42	2.115	0.05
	375	13.989	16.625	42	2.397	0.03
	378	7.676	9.512	42	2.064	0.05
	379	7.476	9.307	42	2.191	0.04
	380	6.546	8.958	42	2.583	0.02
	381	6.122	8.116	42	2.080	0.05
	388	0.142	0.225	42	2.137	0.04
	389	0.151	0.228	42	2.092	0.05

Zweiter Untersuchungstag (Tab. 39)

Am zweiten Untersuchungstag sehen wir vor der Gabe des Präparates (1. Untersuchung) bei der Gruppe YQ eine signifikant kleinere dominante Frequenz von Alpha-Wellen fast über allen Hirnregionen.
1.5 Stunden nach Gabe des Präparates (2. Untersuchung) erkennen wir wiederum einige signifikante Veränderungen und zwar an den wichtigsten Stellen. Bei der Gruppe YQ war es zu einer deutlichen Zunahme der absoluten Ausprägung von Delta-Wellen frontal gekommen.
Außerdem war es fast über allen Hirnregionen zu einer deutlichen, ja sogar signifikanten Zunahme der absoluten Ausprägung von Theta-Wellen gekommen.
Darüber hinaus sehen wir eine signifikante Verringerung der Alpha-Wellen-Frequenz über den parietalen Hirnregionen bei der Gruppe YQ und eine Erhöhung der äquivalenten Bandbreite über den occipitalen Regionen bei den Alpha-Wellen.
Frontal bis parietal wird auch die absolute Ausprägung von Beta-Wellen stärker bei der Gruppe YQ als bei der Gruppe XQ angetroffen. Darüber hinaus war bei der Gruppe YQ die äquivalente Bandbreite der Beta-Wellen präzentral und parietal erhöht.
Die Gesamtleistung war bei der Gruppe YQ fast über allen Hirnregionen signifikant größer als bei der Gruppe XQ.
Bei der dritten Untersuchung ist eine signifikante Zunahme der aboluten Ausprägung von Delta-Wellen bei der Gruppe YQ gegenüber der Gruppe XQ zu sehen (frontal, präzentral und parietal). Im übrigen haben sich nur an wenigen Stellen Besonderheiten ergeben.
Bei der vierten Untersuchung ist eine signifikante Erhöhung der aboluten Ausprägung von Theta-Wellen frontal und präzentral bei der Gruppe YQ zu sehen.
Weiterhin wird eine signifikante Erhöhung der absoluten Ausprägung von Beta-Wellen frontal, präzentral und parietal bei der Gruppe YQ beobachtet. Darüber hinaus war die Frequenz von Beta-Wellen parietal deutlich höher als bei der Gruppe XQ. Die äquivalente Bandbreite von Beta-Wellen war bei der Gruppe YQ nur über den occipitalen Hirnregionen höher als bei der Gruppe XQ.
Die Gesamtleistung war präzentral bei der Gruppe YQ deutlich größer.

Tab. 39: EEG-Vergleich (2. Untersuchungstag)

RF	VAR	XQ	YQ	F	t	p <
I	403	0.761	1.125	43	2.197	0.040
	434	10.000	9.261	43	2.270	0.030
	435	10.141	9.330	43	2.377	0.030
	436	10.315	9.193	43	2.130	0.040
II	468	0.081	0.130	43	2.080	0.050
	484	0.028	0.046	43	3.021	0.005
	485	0.026	0.043	43	2.563	0.020
	486	0.021	0.034	42	2.220	0.040
	510	9.989	9.239	42	2.124	0.040
	515	1.701	2.306	42	2.346	0.030
	516	0.033	0.052	43	2.725	0.010
	517	0.031	0.050	43	2.481	0.020
	518	0.027	0.045	42	2.277	0.030
	529	7.457	9.139	43	2.120	0.040
	530	6.469	8.440	42	2.540	0.020
	536	0.216	0.347	43	2.908	0.010
	537	0.170	0.272	43	2.397	0.030
	538	0.138	0.232	42	2.225	0.040
III	543	0.072	0.119	43	2.187	0.040
	544	0.047	0.090	43	2.134	0.040
	545	0.035	0.070	43	2.196	0.040
	549	24.946	31.828	43	2.333	0.030
	559	0.029	0.048	43	2.589	0.020
	592	0.033	0.050	43	2.124	0.040
	612	0.170	0.278	43	2.045	0.050
IV	634	0.030	0.045	43	2.078	0.050
	635	0.030	0.047	43	2.083	0.050
	666	0.036	0.060	43	2.301	0.030
	667	0.034	0.059	43	2.221	0.040
	668	0.030	0.053	43	2.123	0.040
	676	13.587	15.989	43	2.521	0.020
	681	5.724	7.466	43	2.325	0.030
	687	0.176	0.270	43	2.072	0.050

Dritter Untersuchungstag (Tab. 40)

Am dritten Untersuchungstag sehen wir bei der ersten Untersuchung Unterschiede nur an wenigen Stellen:
Die absolute Ausprägung von Delta-Wellen frontal sowie die absolute Ausprägung von Beta-Wellen frontal und präzentral war bei der Gruppe YQ größer als bei der Gruppe XQ.
Die Gesamtleistung war bei der Gruppe YQ nur frontal größer als bei der Gruppe XQ.
Bei der zweiten Untersuchung waren zwischen beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede zu sehen.
Bei der dritten Untersuchung war die absolute Ausprägung von Theta-Wellen frontal und präzentral bei der Gruppe YQ höher als bei der Gruppe XQ.
Die dominante Alpha-Wellen-Frequenz war bei der Gruppe YQ parietal signifikant niedriger als bei der Gruppe XQ.
Außerdem waren die absoluten Ausprägungen der Beta-Wellen frontal, präzentral und parietal bei der Gruppe YQ stärker vorhanden.
Die vierte Untersuchung zeigte signifikante Unterschiede nur bezüglich der dominanten Frequenz von Theta-Wellen über den frontalen und präzentralen Hirnabschnitten, die bei der Gruppe YQ etwas größer war. Außerdem war die äquivalente Bandbreite der Theta-Wellen bei der Gruppe YQ signifikant größer als bei der Gruppe XQ.

Tab. 40: EEG-Vergleich (3. Untersuchungstag)

RF	VAR	XQ	YQ	F	t	p <
I	693	0.074	0.125	48	2.045	0.05
	741	0.036	0.056	48	2.374	0.03
	742	0.033	0.054	48	2.150	0.04
	761	0.222	0.328	48	2.124	0.04
III	859	0.031	0.045	48	2.023	0.05
	860	0.030	0.048	48	2.117	0.04
	885	10.040	9.380	48	2.411	0.02
	891	0.038	0.055	48	2.152	0.04
	892	0.036	0.059	48	2.202	0.04
	893	0.031	0.045	48	2.020	0.05
	912	0.182	0.266	48	2.091	0.05
IV	942	4.450	5.590	48	2.782	0.01
	943	4.760	5.780	48	2.400	0.03
	949	2.023	2.478	48	2.034	0.05

C. D I S K U S S I O N

Wie Komarek und Neumann (1977) konnten auch wir keinen Einfluß von Befuralin auf den Blutdruck bei den bei uns untersuchten Vpn feststellen. Die von Komarek und Neumann (1977) an Tieren gewonnenen Erkenntnisse über Blutdruck- und Pulsverhalten (positive Chronotropie) nach Gabe von Befuralin können natürlich nicht ohne weiteres auf menschliche Vpn übertragen werden, vermögen aber unsere Befunde zu stützen. Andere Autoren erhielten bei ihren Tierversuchen unter Imipramin andere Ergebnisse.

Die signifikanten Pulserhöhungen am zweiten und dritten Untersuchungstag bei der Gruppe XQ (Verum) lassen indirekt auf einen gewissen anregenden Effekt des untersuchten Pharmakums schließen. Den Zusammenhang zwischen Leistungssteigerungen (Reaktionszeitverkürzungen, verbessertes Zeitschätzverhalten) und Herzfrequenzerhöhungen konnten auch einige andere Autoren nachweisen (Fernández-Guardiola et al., 1971; Martin und Otto 1976).

Die Annahme eines anregenden Effektes von Befuralin wird durch den Vergleich der somatischen Erscheinungen beider Gruppen miteinander gestützt. Man kann sehen, daß bei der Gruppe XQ öfter eine Ermunterung und seltener Ermüdungszeichen beobachtet wurden. Besonders interessant waren die sogenannten "anderen Zeichen". Unter diese subsumierten wir u. a. Schweißausbruch, feiner Tremor, feuchte Hände, Kopfschmerzen und Schwindelgefühle. Über diese Beschwerden klagte die Placebo-Gruppe mehr als doppelt so häufig als die Verum-Gruppe. Die Tatsache, daß an unseren Versuchen nur junge und gesunde Vpn teilnahmen, läßt uns dies besonders wichtig erscheinen. Die Gruppe XQ war anscheinend ausgeglichener und entspannter als die Gruppe YQ. Wenn man so will, wirkte die untersuchte Substanz ähnlich dem von Stöcker (1966) untersuchten Thioridazin. Daß Nebenwirkungen der oben erwähnten Art bei der chemischen Substanz Befuralin relativ selten sind, konnten Clemens und Clemens (1977) an 64 Kranken zeigen. Der beruhigende Einfluß, den Befuralin anscheinend bei den Vpn ausübte, hätte eigentlich auch im EEG zum Ausdruck kommen können, wir hätten dann

ein EEG vom "sedativen Typ" sehen müssen (Mišurec et al. 1974, Jovanović und Tan Eli 1970 u. a.). Dies war bei uns allerdings nicht der Fall. Im Gegenteil, die von den Vpn subjektiv bemerkte Ermunterung konnte bei unserem EEG-Vergleich bestätigt werden, wie weiter unten noch ausgeführt werden wird.

Am Determinationsgerät waren die Leistungen beider Gruppen kaum unterschiedlich, wie Tab. 8 und 23 zeigen. Die Mittelwerte der Anzahl der richtig, verzögert oder falsch beantworteten Reize wichen meist nur minimal voneinander ab, so daß natürlich keinerlei signifikante Unterschiede festgestellt werden konnten. Daraus folgt, daß das untersuchte Pharmakum in keiner Weise die Sicherheit und Genauigkeit von Mehrfachfunktionen und Dauerreaktionsleistungen beeinträchtigt hat.

Zu dem gleichen Ergebnis kommt man bei der Betrachtung der Reaktionszeiten am Reaktionsgerät. Die Mittelwerte der Reaktionszeiten auf einfache optische und einfache akustische Reize schwankten bei beiden Gruppen in einem relativ engen Bereich. Mit derselben Versuchsanordnung kam Schmidt (1980) wie wir zu dem Ergebnis, daß bei den untersuchten Monotests (F bzw. T) keine Leistungssteigerungen von einem zum anderen Tag aufgetreten sind. Bei den Monotests sind demzufolge deutliche Verbesserungen der Leistungen durch Übung nicht eingetreten, d. h. die Vpn haben bei diesen einfachen Monotests sehr schnell eine gute Anpassung an die Testsituation erreicht und diese bei allen vier Untersuchungen an den drei Untersuchungstagen gezeigt. Natürlich muß bei unserer Interpretation berücksichtigt werden, daß hier nur über die Mittelwerte von jeweils 25 Vpn pro Gruppe gesprochen wird. Entsprechende Untersuchungen an einzelenen Vpn könnten ohne weiteres andere Ergebnisse bringen. Bei den kombinierten Reizen (FF und FT) kam es bei beiden Gruppen von Untersuchung zu Untersuchung und von Tag zu Tag zu einer Verbesserung der Reaktionszeiten, wobei allerdings die Verbesserungen vom ersten zum zweiten Tag größer waren als vom zweiten zum dritten Tag. Die Verbesserungen sind aber nicht durch die verabreichten Präparate zu erklären, sondern eventuell durch verbesserte Anpassung der Probanden an

die Testsituation - obwohl jeder Proband einen Übungsdurchgang zugestanden bekommen hatte -, da ja sowohl die Verum- (XQ) als auch die Placebo-Gruppe (YQ) Verbesserungen zeigte. Anscheinend sind für die schwierigeren Kombinationstests gewisse Einarbeitungszeiten für die Vpn erforderlich (s. a. Schmidt 1980). Beim Vergleich der Reaktionszeiten könnte sich der Verdacht aufdrängen, daß das getestete Mittel die Zeiten bei der Gruppe XQ verlangsamte, da Gruppe YQ fast durchwegs etwas kürzere Reaktionszeiten bot. Wenn man aber jeweils die ersten Untersuchungen (also vor Gabe eines Pharmakums) miteinander vergleicht, sieht man auch da schon die verzögerten Reaktionszeiten bei der Gruppe XQ, die wohl zufällig in Bezug auf Reaktionszeiten etwas schlechter zusammengesetzt war. Wir können also umgekehrt sagen, daß keines der im Doppelblindversuch gegebenen Präparate Genauigkeit des Reaktionsvermögens, Wahl- und Reaktionsfähigkeit, Konzentration und Aufmerksamkeit beeinträchtigt hat. Wir konnten unter Befuralin, wie Stöcker (1966) mit Thioridazin, Leistungsveränderungen am Reaktionsgerät in keiner Richtung nachweisen. Eine Verbesserung der Reaktionszeiten durch Pharmaka erscheint uns nach unseren Untersuchungen an gesunden Vpn insbesondere für einfache Tests (F und T) nur schwer möglich. Ob durch schon bekannt anregende chemische Substanzen wirklich reproduzierbar deutliche Reaktionszeitverkürzungen bei Monotests möglich sind, wie z. B. Jovanović (1974) für Pemolin zeigen konnte, müßte durch weitere Untersuchungen geklärt werden. Gegenteiliges ist bekanntlich sehr viel leichter möglich und wurde u. a. von Jovanović et al. (1971) für Alkohol gezeigt. Die von Sinz und Stebel (1970 und 1971) gefundenen zeitlichen Schwankungen des Reaktionsvermögens im Minutenbereich waren von uns wegen der gänzlich anderen Weiterverarbeitung der gewonnenen Daten und der anderen Fragestellung natürlich nicht nachzuweisen, sie sollten allerdings bei grundsätzlichen Diskussionen über den Wert von Reaktionsschwankungen immer in Betracht gezogen werden.

Bei der Betrachtung der durch Spektralanalyse gewonnenen Daten des EEG konnte nach statistischer Verarbeitung mittels t-Test zwischen beiden Gruppen eine Reihe von signifikanten Unterschie-

den gefunden werden, die interpretierungsbedürftig sind. So zeigte sich bei der zweiten Untersuchung am ersten Untersuchungstag ein besonders deutlicher Unterschied in der Gesamtleistung, die bei der Gruppe YQ frontal bis parietal signifikant höher war als bei der Gruppe XQ. An dieser Stelle sei nochmals auf die Problematik einer spektralanalytischen Verarbeitung von Biosignalen verwiesen. Die Interpretation der Gesamtleistung, welche bei Gruppe YQ an einigen Untersuchungen deutlich höher als bei Gruppe XQ war, gestaltet sich deshalb etwas problematisch, da evtl. aufgetretene "schnelle Wellen" sehr kleiner Amplitude durch die - wegen möglicher Störeinflüsse nötigen - Filter des Bio 16 unterdrückt wurden. Diese Möglichkeit ist zwar durch das von uns benutzte Programm ESAP sehr gering, muß aber grundsätzlich in Erwägung gezogen werden. Die o. e. Erhöhung der Gesamtleistung bei der Gruppe YQ spricht für eine Vermehrung von Wellen im EEG bei der Gruppe YQ gegenüber Gruppe XQ. Umgekehrt kann dies auch bedeuten, daß bei der Gruppe XQ ein anregender Effekt vorlag, so daß die Wellen im EEG bei der Gruppe XQ mehr desynchronisiert waren und weniger zum Vorschein kamen als bei der Gruppe YQ. Aus diesem Grund waren wahrscheinlich auch bei der Gruppe YQ die Wellen im obersten und untersten Frequenzbereich signifikant stärker ausgeprägt als bei der Gruppe XQ. Es handelte sich um eine Verflachung des Spektrums im EEG bei der Gruppe YQ mit einer Verdrängung der Wellen in die niedrigeren und höheren Frequenzbereiche. Daß es sich wohl eher um eine Desynchronisierung des EEG's bei der Gruppe XQ gehandelt hat, dafür sprechen auch die Untersuchungen von Boksay et al. (1979), die bei Ratten und Kaninchen nach i. p.-Gabe von 50 mg/kg bzw. 15 mg/kg Befuralin eine deutliche EEG-Desynchronisation feststellen konnten.

Die dritte Untersuchung des ersten Tages brachte im Vergleich zur zweiten wieder ein rückläufiges Ergebnis, d. h. die Wirkung der verabreichten Substanzen hatte etwas nachgelassen.

Bei der vierten Untersuchung des ersten Tages betrafen die wesentlichsten Veränderungen das Beta-Band, wo die absolute Ausprägung präzentral und parietal bei Gruppe YQ signifikant höher als bei

Gruppe XQ war. Dazu kamen eine Frequenzerhöhung von Beta-Wellen präzentral und die Erweiterung der äquivalenten Bandbreite über allen Ableitungen bei Gruppe YQ.
Das spricht wiederum dafür, daß eine gewisse Tagesschwankung bei Gruppe YQ vorhanden war. Die Gesamtleistung war bei der Gruppe YQ parietal und occipital ebenfalls höher als bei der Gruppe XQ, was für eine stärkere Desynchronisation bei Gruppe XQ spricht.

Die bei der ersten Untersuchung (also vor Medikation) des zweiten Tages festgestellte höhere Alpha-Frequenz bei Gruppe XQ (präzentral, parietal und occipital signifikant) bestätigt die oben erwähnte Annahme einer Vigilanzerhöhung bei Gruppe XQ, wenn man den Zusammenhang zwischen Alpha-Frequenzerhöhung und Vigilanzerhöhung, der von vielen Autoren beschrieben wurde, gelten läßt (Jovanović 1974, Fernández-Guardiola et al. 1971, Woodruff 1975). Eine Möglichkeit der Erklärung für die Vigilanzerhöhung bei der Gruppe XQ vor der Medikamentengabe am zweiten Tag könnte darin liegen, daß das tags zuvor verabreichte Pharmakum durch seine ausgleichende Wirkung den Schlaf der Vpn verbessert hatte und deshalb die Vigilanz der Probanden sich am nächsten Morgen bereits auf einem relativ hohen Niveau befand. Wir hätten dann einen ähnlichen Effekt, wie er für Butobarbiton und Nitrazepam beschrieben wurde (Peck et al. 1976). Zwar hatten wir bei unseren Untersuchungen nicht dieselben Selbsteinschätzungsskalen für die Probanden wie die o. e. Autoren, doch waren die Angaben über Müdigkeit bei den Personen der Gruppe YQ häufiger als bei der Gruppe XQ.

Die bei der zweiten Untersuchung des zweiten Tages gefundene Zunahme der langsamen Aktivität im EEG bei Gruppe YQ (absolute Ausprägung der Delta-Wellen frontal und absolute Ausprägung der Theta-Wellen frontal bis parietal) sowie die Verminderung der Alpha-Wellen-Frequenz parietal unterstützen unsere Vermutung über eine anregende Wirkung von Befuralin bei Gruppe XQ, da die erwähnten EEG-Veränderungen bei Gruppe YQ eher typisch für ein sedatives Pharmakum sind (Mišurec et al. 1973, Mišurec et al. 1974, Neundörfer 1975, Jovanović et al. 1971, Saletu 1978). Da Gruppe YQ nun aber kein Sedativum sondern nur Placebo erhalten hatte,

darf man wohl den umgekehrten Schluß ziehen, daß ein Ausbleiben der erwähnten EEG-Veränderungen bei der Gruppe XQ - wo man sie eher erwartet hätte - zumindest für ein Fehlen von sedativen Eigenschaften von Befuralin sprechen.

Da es sich bei der chemischen Substanz Befuralin nach Clemens und Clemens (1977) um eine Substanz mit antidepressiven Eigenschaften handelt, lag es nahe, die Wirkungen anderer Antidepressiva auf das EEG zu betrachten. Die von anderen Antidepressiva (z. B. Amitriptylin) bekannte Zunahme von Beta-Wellen und Verlangsamung der Alpha-Frequenz (Saletu et al. 1978, Neundörfer 1975) war unter Befuralin nicht nur nicht vorhanden, sondern die Substanz hatte sogar einen gegenteiligen Effekt. Besonders in Bezug auf die Beta-Wellen unterschied sich Befuralin von den meisten bisher untersuchten Antidepressiva. Wie am ersten Tag waren auch am zweiten Tag bei der zweiten Untersuchung die absoluten Ausprägungen der Beta-Wellen bei der Gruppe YQ stärker als bei der Gruppe XQ (signifikant: frontal bis parietal). Dazu kam noch eine Erhöhung der äquivalenten Bandbreite der Beta-Wellen bei der Gruppe YQ frontal und parietal. Man hätte auch hier wieder die Erhöhung der absoluten Ausprägungen der Beta-Wellen eher bei der mit der neuen chemischen Substanz Befuralin behandelten Gruppe XQ erwartet. Wie Mišurec et al. (1973) schrieben, sei ein Anstieg der Beta-Aktivität während der antidepressiven Behandlung häufig mit einem Anstieg der Nebenwirkungen gekoppelt und das Ausbleiben eines solchen Anstieges mit einem geringeren Auftreten derselben. Wir konnten insofern eine Übereinstimmung mit dieser Hypothese finden, als bei unserer Gruppe XQ nur halb so viel Nebenwirkungen (sogenannte "andere Zeichen") wie Kopfschmerz, feuchte Hände, Herzklopfen usw. wie bei der Gruppe YQ auftraten.

Bei der dritten Untersuchung des zweiten Tages war besonders die signifikant höhere absolute Ausprägung von Delta-Wellen bei Gruppe YQ auffällig, wogegen die anderen Unterschiede bis auf geringe Ausnahmen nicht mehr signifikant waren.
Die gefundenen deutlich höheren absoluten Ausprägungsgrade in den niedrigen Frequenzbereichen (Delta- und Theta-Wellen) sowie

im Beta-Band (präzentral) und die höhere Gesamtleistung bei Gruppe YQ (signifikant präzentral) zeigten wieder die schon vom ersten Untersuchungstag bekannten EEG-Veränderungen. Es waren zwar einige signifikante Änderungen zu sehen, welche auf Ermüdungserscheinungen bei Gruppe YQ hinwiesen, doch auch hier waren bei weitem nicht so viele Unterschiede festzustellen wie bei der zweiten Untersuchung dieses Tages.

Auch die vierte Untersuchung des zweiten Tages zeigte wieder ähnliche Befunde wie die zweite und dritte. Man konnte wieder eine Vermehrung der langsamen (absolute Theta-Ausprägung frontal und präzentral) und schnellen Aktivität (absolute Ausprägung der Beta-Wellen frontal bis parietal) bei der Gruppe YQ nachweisen. Wie die dritte Untersuchung erbrachte die vierte insgesamt wesentlich weniger Veränderungen als von der ersten zur zweiten Untersuchung bemerkt wurden. Man kann auch von einer Stabilisierung der zu Synchronisation neigenden EEG-Muster bei Gruppe YQ sprechen. Die Wirkung der verabreichten Substanzen schien 1.5 Stunden nach Gabe (2. Untersuchung) am stärksten gewesen zu sein.

Am dritten Untersuchungstag waren bei der ersten Untersuchung wie bei den anderen beiden Tagen sehr wenig signifikante Unterschiede erkennbar, diese aber wieder in den niedrigen und hohen Frequenzbändern.
In Analogie zu den Veränderungen am ersten und zweiten Untersuchungstag würden wir dies so interpretieren, daß die Gruppe XQ bereits bei der ersten Untersuchung ein relativ hohes Vigilanzniveau erreicht hatte. Wir finden bei der Gruppe XQ in allen vier Frequenzbändern höhere Alpha-Frequenzen als bei Gruppe YQ, was für eine erhöhte Vigilanz bei der erstgenannten Gruppe spricht (Jovanović 1974, Woodruff 1975). Allerdings waren die Unterschiede bei den Alpha-Frequenzen am dritten Tag nicht signifikant.

Während die zweite Untersuchung keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen erbrachte, zeigte die dritte Untersuchung wieder die von den anderen Tagen bekannten und beschriebenen Aktivitätsunterschiede (absolute Ausprägung der Theta-Wellen frontal und präzentral bei Gruppe YQ größer als bei Gruppe XQ;

dominante Alpha-Frequenz parietal bei Gruppe YQ niedriger als bei Gruppe XQ und absolute Beta-Ausprägung frontal bis parietal bei Gruppe YQ stärker als bei Gruppe XQ).
Auch die hier gefundenen Unterschiede lassen vermuten, daß bei der Gruppe XQ ein anregender Effekt vorlag (stärkere Desynchronisierung).

Bei der vierten Untersuchung des dritten Tages waren nur im Theta-Bereich signifikante Unterschiede, die anderen waren wieder aufgehoben.
Die schon am ersten und zweiten Untersuchungstag gefundene Tagesschwankung bei der Gruppe YQ ließ sich auch am dritten Tag nachweisen, allerdings war an diesem Tag der Einfluß der verabreichten chemischen Substanzen auf das EEG wesentlich geringer.

Fast bei allen Untersuchungen waren die Probanden der Gruppe XQ also signifikant munterer als die der Gruppe YQ. Am ersten Tag zeigte sich ein kontinuierlicher Effekt von der ersten bis zur letzten Untersuchungsstunde. Am zweiten Tag ließ dieser Effekt ganz allmählich nach, um sich am dritten Tag noch weiter zu verringern. An allen drei Tagen waren jedoch die Befunde bei den Gruppen an den wichtigsten Stellen voneinander unterschiedlich, wobei in den EEG's der Gruppe YQ Ermüdungszeichen im Vergleich zu Gruppe XQ aufgetreten waren.

Mit Hilfe der Spektralanalyse und der anschließenden statistischen Verarbeitung der Daten hat sich ein eindeutiger Effekt von Befuralin auf das EEG Gesunder zeigen lassen, welcher durch visuelle EEG-Auswertung wohl kaum festgestellt worden wäre.
Die Wirkung von Psychopharmaka auf das menschliche EEG ist manchmal so diskreter Natur, daß bei alleiniger visueller Auswertung eine Auswertung fast unmöglich ist, wie Bente et al. (1976) für Nomifensin sowie Künkel und Westphal (1970) für Pyrithioxin zeigen konnten. Erst durch die Spektralanalyse war es den Autoren möglich, zu eindeutigen Aussagen über die Wirkungen der o. e. Pharmaka auf das EEG zu gelangen. Speziell auf dem Gebiet des elektroencephalographischen Nachweises von Medikationswirkungen

zeigt sich nach Künkel (1972) die EEG-Analyse der konventionellen visuellen Beurteilung weit überlegen, was wir nach unseren Untersuchungen nur bestätigen können, da eine Auswertung der erhaltenen EEG's und ein anschließender Gruppenvergleich mit herkömmlichen Methoden allein wegen des Umfanges des Untersuchungsmaterials unmöglich gewesen wäre.

Das von vielen Autoren praktizierte Verfahren, Pharmakawirkungen nur anhand aufgetretener EEG-Veränderungen zu interpretieren (Jovanović et al. 1970, Jovanović und Tan-Eli 1970, Künkel und Westphal 1970, Mišurec et al. 1973 und 1974, Jovanović 1974, Bente et al. 1975 und 1976) ist besonders im Hinblick auf Vigilanzverschiebungen nicht unproblematisch, wie in der Einleitung bereits gezeigt wurde. Wir halten deshalb eine zusätzliche Sicherung der gewonnenen EEG-Befunde durch Parameter wie z. B. Reaktions- und Determinationszeiten für äußerst wichtig. Als sehr bedeutsam scheinen uns in diesem Zusammenhang die von Survillo (1961), Fernández-Guardiola et al. (1971) und von Jovanović (1974) sowie Jovanović et al. (1970) gefundenen eindeutigen Zusammenhänge zwischen Alpha-Wellen-Frequenz und Reaktionszeit. Da bei unseren Untersuchungen mit Befuralin und Placebo keine signifikanten Reaktionszeitunterschiede (Verbesserungen gab es in beiden Gruppen) auftraten, und die Erhöhung der Alpha-Wellen-Frequenz bei der Verum-Gruppe nur bei einigen Untersuchungen signifikant war, erschien uns die Prüfung des Zusammenhangs zwischen Alpha-Frequenz und Reaktionszeit als wenig aussichtsreich.
Es mag sein, daß die eingangs erwähnte unterschiedliche bioelektrische Konstitution der 50 Probanden eindeutigere Ergebnisse bezüglich der Alpha-Wellen-Frequenz verhinderten. Auch könnte durch Befuralin ein sogenannter differentieller Effekt ausgelöst worden sein, wie Bente et al. (1975) für Etifoxin zeigen konnten. Danach hängt die Wirkung von Etifoxin auf das EEG von der jeweiligen individuellen Alpha-Organisation ab. Aus diesem Grund scheint es für spätere Untersuchungen ratsam, die EEG-Veränderungen des Einzelnen mit eventuellen testpsychologischen und somatischen Veränderungen in Beziehung zu setzen.

Abschließend läßt sich sagen, daß nach unseren Untersuchungen Befuralin einen - spektralanalytisch nachgewiesenen - anregenden Effekt auf das EEG Gesunder zeigt, keine wesentlichen Blutdruck- und Pulsbeeinflussungen hervorbringt sowie keine negativen Auswirkungen auf die psychomotorische Leistungsfähigkeit hat.

D. ZUSAMMENFASSUNG

1. Es sollte bei dem neu entwickelten Pharmakum Befuralin (chemische Formel: N-Benzo (b) furan-2-ylcarbonyl-N'-benzyl-piperazin (Befuralin)) der Effekt auf das Befinden, die psychomotorische Leistungsfähigkeit, Blutdruck und Puls sowie auf das EEG untersucht werden.

2. Wir führten unsere Versuche an 50 gesunden Probanden (Durchschnittsalter 22.8 Jahre) durch. Nach Bildung zweier Gruppen à 25 bekamen die Vpn unter Doppelblind-Bedingungen 50 mg des Wirkstoffes bzw. Placebo und zwar jeweils an drei Tagen nach der ersten Untersuchung.

3. An allen drei Tagen wurden vier Untersuchungen durchgeführt, bei denen Determinationszeiten, Reaktionszeiten, Blutdruck und Puls, EEG sowie das subjektive Befinden der Probanden gemessen bzw. erfragt wurden.

4. Die EEG-Parameter wurden mittels Spektralanalyse und Fourier-Transformation gewonnen. Dazu verwendeten wir einen Biosignalprozessor 16 (BIO 16). Am Ende der Verarbeitung der Biosignale (EEG-Wellen) durch den BIO 16 erhielten wir alphanumerische Ergebnisse, die wie unter 5. beschrieben weiterverarbeitet wurden.

5. Nach Erstellung einer Variablenliste und Übertragung sämtlicher Daten (Ausnahme: subjektive Angaben) auf Lochkarten, wurden für beide Gruppen Mittelwerte (XQ, YQ), Standardabweichungen (S), mittlere Fehler der Mittelwerte (MFM) und Variationskoeffizienten (VACO) berechnet. Beim Vergleich der Gruppen verwendeten wir den t-Test. Die Berechnungen wurden nach einem "Algol-Programmsystem" auf dem Computer TR 440 des Rechenzentrums der Universität Würzburg durchgeführt.

6. - Der Blutdruck wurde durch Befuralin nicht beeinflußt.
   - Der Puls war am zweiten Tag bei der zweiten und dritten Un-

tersuchung und am dritten Tag bei der zweiten Untersuchung bei der Gruppe XQ (Verum) deutlich erhöht.

- Die mit Befuralin behandelte Gruppe XQ hatte insgesamt weniger als halb so häufig "andere Zeichen" (Kopfschmerz, Schwindel usw.) angegeben wie die Gruppe YQ, die sich insbesondere am ersten Tag auch nicht so munter wie die andere Gruppe fühlte.
- Befuralin führte zu keiner Verzögerung der Leistungen am Determinationsgerät und am Reaktionsgerät.
- Unter der Medikation vermißten wir die bei vielen anderen antidepressiv wirkenden Pharmaka beobachtete Vermehrung der Wellen des untersten und obersten Frequenzbereiches im EEG, die für eine Ermüdung sprechen.
- Die Vermutung einer Vigilanzerhöhung bei Gruppe XQ wurde auch durch die Erhöhung der dominanten Alpha-Frequenz gestützt.
- An allen drei Tagen waren bei der Gruppe YQ häufig signifikant höhere absolute Ausprägungsgrade der Delta-, Theta- und Beta-Wellen zu beobachten; bei der Gruppe XQ dagegen häufig signifikant höhere Alpha-Frequenzen.
- Die Wirkung von Befuralin auf das EEG schien am ersten Tag am ausgeprägtesten, war aber auch am zweiten und dritten Tag vorhanden.

E. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

Bente, D., Frick, K., Lewinsky, M., Penning, J., und Scheuler, W.: Signalanalytische Untersuchungen zur Wirkung des Antidepressivums Nomifensin auf das EEG gesunder Probanden. Arzneim.-Forsch. (Drug Res.), (1976), 26: 1120 - 1125.

Bente, D., Matejcek, M., Penning, J., und Schenk, G.: Spektralanalytische Untersuchungen zur Wirkung von Etifoxin auf das menschliche EEG. Arzneim.-Forsch. (Drug Res.), (1975) 25: 944 - 947.

Berger, H.: Das Elektroenkephalogramm des Menschen. Arch. Psychiat. Nervenkr. (1931), 94: 144 - 146.

Blackman, R. B., and Turkey, J. W.: The Measurement of Power Spectra. Dover Publications, New York (1958), 190 pp.

Boksay, I. J. E., Popendiker, K., Weber, R.-D., and Söder, A.: Synthesis and Pharmacological Activity of Befuraline (N-Benzo(b) furan-2-ylcarbonyl-N'-benzylpiperazine), a New Antidepressant Compound, Arzneim.-Forsch. (Drug Res.) (1979), 29: 193 - 204.

Clemens, R., und Clemens, U.: Offener Versuch mit Befuraline (DIV 154) bei 64 depressiv Kranken. Arzneim.-Forsch. (Drug Res.) (1977), 27: 2416 - 2421.

Cooley, J. W., Tukey, J. W.: An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series. Math. Comput. (1965), 19: 297.

Ebrahimi, F.: Zur Frage der Validität der Spektralanalyse des Elektroencephalogramms zur Prüfung von Vigilanzschwankungen und Psychopharmaka-Effekten. Erste orientierende Untersuchungen an gesunden Versuchspersonen. Inaugural-Dissertation, Universität Würzburg, 1981.

Fernández-Guardiola, A., Fanjul-Moles, M. L., Ayala, F., and Salgado, A.: The relation of EEG changes to reaction time and heart-rate during a vigilance task. Bol. Estud. Med. Biol. (1971), 27: 101 - 108.

Gale, A.: Some EEG Correlates of Sustained Attention in Mackie, R., Vigilance: Theory, Operational Performance, and Physiological Correlates. Plenum Press, New York, 1977.

Hummel, P., und Pletscher, A.: Neuropharmakologische Betrachtung über Schlafinduktion. Praxis 53 (1964), 1366 - 1369.

Jovanović, U. J.: Schlaf und Traum. Physiologische und psychologische Grundlagen, Störungen und ihre Behandlung. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, (1974).

Jovanović, U. J.: Zur Methodik der Chronopsychologie. -Psychometrische, polygraphische, klinische und Persönlichkeitsuntersuchungen- Inaugural-Dissertation, Universität Würzburg, 1978.

Jovanović, U. J., Dürrigl, V., and Rogina, V.: Studies on the Bioelectrical Acticity of the Brain and Results of Psychological Tests Following the Ingestions of Benzoctamine and Alcohol. Symposium "Relaxation Therapy for Psychosomatic Disorders", St. Moritz, (1971). Published by CIBA-GEIGY Inc., Basle, (1971).

Jovanović, U. J., and Tan-Eli, B.: The Effect of Compound CIBA 34, 276-Ba on the Cortical Electro-Encephalogram of Healthy People. Europ. Neurol. (1970), 4: 39 - 56.

Jung, R.: Neuropharmakologie: Zentrale Wirkungsmechanismen chemischer Substanzen und ihre neuropharmakologischen Grundlagen. Klin. Wschr. (1958), 36: 1153 - 1167.

Komarek, J., and Neumann, F. J.: The Cardiovascular Activity of

a New Antidepressant DIV 154 in Comparison with Imipramine. Arzneim.-Forsch. (Drug Res.) (1977), 27: 2066 - 2070.

Künkel, H.: Simultane Vielkanal-on line-EEG-Analyse in Echtzeit. EEG-EMG (1972 a), 3: 30 - 38.

Künkel, H.: Die Spektraldarstellung des EEG. EEG-EMG (1972 b), 3: 15 - 24.

Künkel, H., and Westphal, M.: Quantitative EEG analysis of pyrithioxine action. Pharmakopsychiat. (1970), 3: 41.

Larsen, L. E., and Walter, D. O.: On automatic methods of sleep staging by EEG spectra. Electroenceph. clin. Neurophysiol. (1970), 28: 459.

Martin, G., und Otto, E.: Einfluß variierter Leistungsanforderungen auf Zeitschätzwerte, optische Diskriminations-Reaktionszeit, Wachheitsgrad, EEG-Spontanaktivität und Herzschlagfrequenz. Z. ges. Hyg. (1976), 793 - 797.

Mišurec, J., Náhunec, K., Kamenická, V., and Chmelař, M.: Influence of Azaphen, a new antidepressive drug, on the human EEG. Activ. nerv. sup. (1974), 16: 245 - 246.

Mišurec, J., Náhunec, K., and Rodová, A.: EEG changes in treatment with maprotiline. Activ. nerv. sup. (1973), 15: 110.

Mišurec, J., Náhunec, K., Svestka, J., and Rodová, A.: EEG changes in treatment with octoclothepine in very high doses. Activ. nerv. sup. (1974), 16: 244 - 245.

Monnier, M.: Biochemische, pharmakologische und humorale Aspekte des Schlaf-Wachseins; in Jovanović: Der Schlaf - Neurophysiologische Aspekte. Munich, Barth, (1969).

Neundörfer, B.: EEG-Fibel. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, (1975) 173 - 176.

Pfanzagl, J.: Allgemeine Methodenlehre der Statistik II. Walter de Gruyter-Verlag, Berlin, 4. Aufl. (1974).

Peck, A. W., Adams, R., Bye, C., and Wilkinson, R. T.: Residual Effects of Hypnotic Drugs: Evidence for Individual Differences on Vigilance. Psychopharmacology (1976), 47: 213 - 216.

Raab, W.: Ein Algol-Programmsystem zur Durchführung statistischer Tests. (Als Manuskript veröffentlicht), Würzburg (1972).

Sachs, L.: Statistische Methoden. Springer-Verlag, Berlin, 3. Auflage (1976).

Saletu, B., Gruenberger, J., and Linzmayer, L.: Classification and determination of cerebral biovailability of psychotropic drugs by quantitative "Pharmaco-EEG" and psychometric investigations (Studies with AX-A411-BS). Int. J. clin. Pharmacol. Biopharm. (1977), 15: 449 - 459.

Schmidt, W.: Zum Nachweis einer Sekundenperiodik der psychischen Leistung beim Menschen. Untersuchungen der einfachen und kombinierten Reaktionszeiten. Inaugural-Dissertation, Universität Würzburg, 1980.

Schuy, S.: Technik als Schaltpult der Medizin. (Vortrag auf der 30. Van-Swieten-Tagung, Wien, 25. - 30.10.76.) Selecta-Verlag, Dr. med. Ildar Idris, 8033 Planegg (1977), 2: 58 - 64.

Sinz, R., und Stebel, J.: Minuten-Periodik der sensomotorischen Reaktionszeiten bei Menschen und Tieren. Acta Biol. Med. Germ. (1970 a), 24: 917 - 920.

Sinz, R., und Stebel, J.: Periodische Schwankungen in der Reproduktion kurzgespeicherter Gedächtnisinhalte. Naturwissenschaften (1970 b), 57: 501 - 502.

Stebel, J., und Sinz, R.: Periodische Reaktionszeitschwankungen beim Menschen. Naturwissenschaften (1970), 57: 501 - 502.

Stebel, J., und Sinz, R.: Nachweis einer 2-Minuten-Periodik im zentralnervösen Kurzspeicher bei akustischer Informationseingabe. Acta Biol. Med. Germ. (1971), 27: 585 - 594.

Stöcker, G.: Zur Frage der Leistungsbeeinträchtigung durch Thioridazin. Med. Welt, (1966), 2: 101 - 106.

Surwillo, W. W.: Frequency of the "Alpha" Rhythm, Reaction Time and Age. Nature (1961), 191: 823 - 824.

Van der Waerden, B. L.: Mathematische Statistik, 3. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg (1971).

Walter, D. O., Rhodes, J. M., and Ross Adey, W.: Discriminating among states of consciousness by EEG measurements. A Study of four subjects. Electroenceph. clin. Neurophysiol. (1967), 22: 22.

Welch, P. D.: The use of fast Fourier transform for the estimation of power spectra: a method based on time averaging over short, modified periodograms. IEEE Trans. Audio Electroacoust. Vol. AU-15 (1967), 70.

Wetzel, W., Jöhnk, M. D., und Naeve, P.: Statistische Tabellen. Walter de Gruyter-Verlag, Berlin (1967).

Woodruff, D. S.: Relationships Among EEG Alpha Frequency, Reaction Time, and Age. A Biofeedback Study. Psychophysiology (1975), 12: 673 - 681.

D A N K S A G U N G

Herrn Univ.-Doz. Dr. med. Dr. phil. U. J. Jovanović danke ich für die Überlassung des Themas sowie für die Hilfe bei der Durchführung der Versuche und für die Übernahme des Referates.

Herrn Prof. Dr. med. O. Schrappe, Direktor der Universitäts-Nervenklinik und Poliklinik Würzburg, danke ich für die Übernahme des Korreferates.

Mein besonderer Dank gilt Frau Dr. rer. nat. I. Haubitz, die mich bei der statistischen Bearbeitung des umfangreichen Zahlenmaterials sehr unterstützt hat.

Frau G. Jakob danke ich für Ihre Mitarbeit bei der Durchführung der Versuche.

L E B E N S L A U F

Name:	Franz Hurtig
31.08.1950	in Oberölschnitz (Krs. Bayreuth) als einziger Sohn des Friseurs Karl Hurtig und seiner Frau Marianne, geb. Schmirler, geboren.
1956 - 1962	Volksschule in Bayreuth
1962 - 1969	Markgräfin-Wilhelmine-Gymnasium in Bayreuth
28.06.1969	Abitur bestanden
27.01.1970 - 24.03.1970	Krankenpflegepraktikum im Versorgungskrankenhaus in Bayreuth
01.04.1970 - 31.08.1970	Beschäftigung als Hilfspfleger im gleichen Krankenhaus
WS 1970 / 71	Psychologiestudium in Regensburg
SS 1971 u. WS 1971 / 72	Pädagogische Hochschule in Bayreuth
SS 1972 - WS 1978 / 79	Medizinstudium in Würzburg
19.10.1978	Staatsexamen bestanden
23.10.1978	Approbation als Arzt erhalten
01.02.1979 - 04.06.1979	Assistenzarzt am Kreiskrankenhaus Rehau (chirurgische Abteilung)
05.06.1979 - 15.08.1980	als wehrpflichtiger Stabsarzt bei der Bundeswehr
01.09.1980	Beginn der HNO-Facharztausbildung im Kreiskrankenhaus Gerolzhofen

Familienstand: verheiratet, ein Kind

Franz Hurtig

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80